ALANA DE CASSIA SILVA AZEVEDO

**Estimativa de idade por meio da avaliação do desenvolvimento dentário e
ósseo em jovens brasileiros**

São Paulo

2016

ALANA DE CASSIA SILVA AZEVEDO

**Estimativa de idade por meio da avaliação do desenvolvimento dentário e
ósseo em jovens brasileiros**

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas.

Área de Concentração: Odontologia Legal

Orientadora: Profa. Dra. Maria Gabriela Haye Biazevic

São Paulo
2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Azevedo, Alana de Cassia Silva.

Estimativa de idade por meio da avaliação do desenvolvimento dentário e ósseo em jovens brasileiros / Alana de Cassia Silva Azevedo; orientador Maria Gabriela Haye Biazevic. -- São Paulo, 2016.

116 p. : fig., tab.; 30 cm.

Tese (Doutorado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Odontologia Legal. -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida.

1. Antropologia forense. 2. Estimativa de idade. 3. Dente. 4. Vértex cervicais. 5. Radiografia panorâmica. 6. Telerradiografia. I. Biazevic, Maria Gabriela Haye. II. Título.

Azevedo ACS. Estimativa de idade por meio da avaliação do desenvolvimento dentário e ósseo em jovens brasileiros. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: 20/10/2016

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). MARIA GABRIELA HAYE BIAZEVIC

Instituição: FOUSP

Julgamento: APROVADA

Prof(a). Dr(a). CLAUDIO COSTA

Instituição: FOUSP

Julgamento: APROVADA

Prof(a). Dr(a). RODOLFO FRANCISCO HALTENHOFF MELANI

Instituição: FOUSP

Julgamento: APROVADA

Prof(a). Dr(a). JAMILLY DE OLIVEIRA MUSSE

Instituição: UEFS

Julgamento: APROVADA

Prof(a). Dr(a). RUBENS SPIN NETO

Instituição: AARHUS UNIVERSITY

Julgamento: APROVADA

*Aos meus pais,
fonte inesgotável de sabedoria e amor.*

AGRADECIMENTOS

Não há método científico ou a mais complexa análise estatística capaz de expressar a significância de pessoas especiais nos momentos que transcorreram até o fechamento deste ciclo. Na certeza de que ao longo de minha existência trago as marcas de tantas pessoas, inicio meus agradecimentos com o lirismo revelado na canção “Caminhos do Coração” de Gonzaguinha que diz: *"[...] E aprendi que se depende sempre de tanta, muita, diferente gente. Toda pessoa sempre é a marca das lições diárias de outras tantas pessoas. E é tão bonito quando a gente entende que a gente é tanta gente onde quer que a gente vá. E é tão bonito quando a gente sente que nunca está sozinho por mais que pense estar."*

Minha gratidão diária àquele que me deu o sopro da vida, meu **Deus**. Sou imensamente grata por toda luz e proteção. Porque seus desígnios são maiores que os meus, eu sigo confiando em teu infinito amor.

À minha joia mais preciosa, minha **mãe Marlene**, mulher batalhadora e determinada que em todo momento me incentivou e não permitiu que eu desistisse nos momentos de desânimo e saudades, sou imensamente grata. Agradeço ao meu **pai Aldo**, por ser meu exemplo de honestidade e de que vale a pena lutar pelos nossos ideais. Devo tudo a vocês, porque juntos investiram na maior riqueza que os pais podem oferecer aos seus filhos: educação. Muito obrigada, sou o reflexo de tudo o que fizeram por mim.

Agradeço a meu irmão **Daniel**, que mesmo distante fisicamente sempre foi meu parceiro nessa jornada e pacientemente me auxiliou na correção da escrita de toda a tese.

A toda a minha grande família, meus queridos **avós, tios, primos e afilhado**, aos que residem na Bahia e em São Paulo, sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês, muito obrigada.

Ao meu noivo, **Thiago**, obrigada por acreditar em mim quando eu mesma deixei de acreditar, sempre tão confiante no meu potencial, soube ouvir minhas inquietações, desânimos e conquistas. Agradeço por todo amor, dedicação e

companheirismo. Estendo o meu agradecimento a toda sua **família Passos Ferreira**, por me acolherem com um carinho singular e torcerem pelo meu sucesso.

À minha orientadora **Profa. Dra. Gabriela Biazevic**, a quem dedico o mais profundo respeito e admiração. Ao longo desses anos na pós-graduação, contei com sua orientação competente e segura. Muito obrigada por todo apoio, incentivo, disponibilidade e confiança.

Aos queridos **Professores Jamilly Musse e Jeidson Marques** por serem meus grandes exemplos, pela motivação e por me permitirem atuar como professora em seus cursos de especialização em Odontologia Legal. Muito obrigada!

Ao **Prof. Dr. Michel Crosato** pela sua disponibilidade em sempre colaborar na realização desta pesquisa com seu conhecimento em estatística.

Agradeço a todos os professores e colegas de pós-graduação do Departamento de Odontologia Social que tive a oportunidade de conhecer e conviver. Em especial, sou grata a **Andrea, Eduardo, Jaque, Mari Gabriel, Lara, Thais** pela sintonia que nos uniu, pela amizade construída durante esses anos que levarei para sempre comigo.

A **Alexandre Deitos** agradeço por ter participado como segundo examinador neste estudo e pela disposição em discutir e contribuir quando eu ainda elaborava meu projeto de Doutorado.

Às amigas do dia a dia no CRUSP(ício): **Graciela (Gal)**, a melhor pessoa para dividir apartamento de todos os tempos, meu exemplo de competência e dedicação. **Josi**, minha flor, tão diferente de mim, mas sem dúvida a amiga que ganhou meu coração e habitará nele para sempre. **Roseane**, que, apesar do distanciamento atual, sempre é um exemplo de solidariedade e atenção ao próximo.

Representando todos os amigos, de antes e de agora, agradeço a **Nanda**, minha querida amiga-irmã que, embora geograficamente distante, se revelou sempre presente. Obrigada por todo incentivo e carinho demonstrados nos bons e maus momentos.

À **Clínica Rizzo**, em especial ao **Dr. Leonardo Rizzo e equipe**, agradeço por ter cedido as imagens radiográficas para a realização da pesquisa. Agradeço ainda ao **Dr. Anderson Borges** por ter possibilitado o meu contato com a Clínica Rizzo.

Aos professores membros da banca examinadora desta Tese: **Profa. Dra. Jamilly Musse, Prof. Dr. Rodolfo Melani, Prof. Dr. Cláudio Costa, Prof. Dr. Rubens Neto** pela disponibilidade em aceitar participar e compartilhar deste momento tão importante em minha carreira acadêmica.

Às secretárias do Departamento de Odontologia Social, **Andreia e Sônia**, meus agradecimentos pela atenção e pelo modo prestativo e eficiente com que sempre atendem os alunos.

Às bibliotecárias **Glauci e Vânia** pelas dicas de formatação do texto e pelo trabalho atencioso de revisão das normas bibliográficas desta tese.

Agradeço ao **Marcos** por ser sempre tão cuidadoso na impressão dos meus trabalhos.

À **CAPES** por me permitir cursar o Doutorado com bolsa de estudos.

À **Universidade de São Paulo**, obrigada por todos os momentos vivenciados, pela possibilidade de residir na moradia estudantil e por todo o conhecimento acumulado em minha passagem por essa instituição de destaque nacional e mundial.

A todos aqueles que, embora não nomeados, me presentearam com seus inestimáveis incentivos, o meu reconhecido e carinhoso muito obrigado!

**“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas
ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.”**

Carl Jung

RESUMO

Azevedo ACS. Estimativa de idade por meio da avaliação do desenvolvimento dentário e ósseo em jovens brasileiros [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida.

A estimativa de idade em indivíduos vivos representa um desafio com significativa importância nos âmbitos civil e penal. O estudo de estruturas do corpo humano para estimar a idade cronológica norteia-se na avaliação dos acontecimentos que transcorrem durante os processos de crescimento e desenvolvimento, uma vez que, comumente, apresentam uma sequência lógica e constante. A literatura mundial sugere uma abordagem multifatorial para o processo de estimativa da idade em indivíduos vivos, ou seja, a avaliação do desenvolvimento de mais de um local anatômico. Nessa perspectiva, os objetivos da primeira fase do estudo consistiram em validar o método de estimativa de idade por meio dos índices radiográficos oro-cervicais em brasileiros, além de verificar a relação entre idade real e idade estimada com a aplicação dos índices radiográficos. Na segunda etapa, objetivou-se verificar a efetividade das equações de estimativa de idade pelo exame dos dentes elaboradas por Chaillet e Demirjian (2004) e as equações para estimar a idade pelo exame das vértebras cervicais apresentadas por Caldas et al. (2007a). Por fim, o último objetivo foi elaborar novas equações para estimativa da idade real associando dados dentários e medidas cervicais dos métodos anteriores. A amostra avaliada foi composta por radiografias panorâmicas e telerradiografias pertencentes a 510 indivíduos com idades entre 08 e 24,9 anos. Durante a primeira fase da pesquisa, foram aplicados métodos de estimativa de idade por meio da avaliação do desenvolvimento de sete dentes mandibulares, vértebras cervicais e terceiros molares. Logo após, as técnicas aplicadas previamente foram combinadas por meio dos índices radiográficos: o escore radiográfico oro-cervical simplificado (EROCS) e o escore radiográfico oro-cervical simplificado sem o terceiro molar (EROCSSTM). No decorrer da segunda fase, avaliou-se a maturação dentária, atribuiu-se a pontuação referente a cada dente e a idade real foi estimada por meio de equações de regressão de Chaillet e Demirjian (2004). Em relação às vértebras cervicais, foram realizadas medidas dos corpos vertebrais e os valores substituídos nas

fórmulas propostas por Caldas et al. (2007a). Os achados do estudo indicaram que entre os escores radiográficos, o EROCS apresentou taxa de acerto geral igual a 67,4% e uma relação moderada com a idade cronológica, sendo o coeficiente de determinação (R^2) equivalente a 0,64; para o EROCSSTM a taxa de acerto correspondeu a 70,8% e R^2 igual a 0,62. Ao aplicar a metodologia de Chaillet e Demirjian (2004) para os dentes, o erro médio foi igual a 1,3 anos, e o método de Caldas et al. (2007a) para as vértebras cervicais obteve um erro médio de 1,9 anos. As variáveis dentárias e as medidas das cervicais foram associadas e novas equações de regressão foram desenvolvidas para a amostra de brasileiros, apresentando um erro médio igual a 1,0 ano. Por fim, tem-se que os índices radiográficos oro-cervicais foram de fácil execução após um treinamento adequado, reprodutíveis e passíveis de utilização na prática forense. Além disso, recomenda-se o uso das novas equações elaboradas neste estudo ao associar dados das vértebras cervicais com informações do desenvolvimento dentário para obtenção de estimativas de idade com maior acurácia.

Palavras-chave: Identificação humana. Estimativa de idade. Dentes. Vértebras cervicais. Radiografia panorâmica. Telerradiografia.

ABSTRACT

Azevedo ACS. Age estimation by evaluation of dental and skeletal development in young Brazilians [thesis]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016. Versão Corrigida.

The age estimation in living subjects is a challenge with significant importance in civil and criminal areas. The study of human body structures to estimate the chronological age is guided by the evaluation of events which happens during the processes of growth and development, since they have a constant and logic sequence. The worldwide literature has suggested a multifactorial approach to age estimation in living subjects which is the evaluation of development of more than one anatomical location. In this sense, the objectives of the first phase of the study consisted in validate the age estimation method through oro-cervical radiographic indexes in Brazilians and identify the relationship between real age and estimated age with application of radiographic indexes. The second phase of study aimed to verify the effectiveness of age estimation equations proposed by Chaillet and Demirjian (2004) through dental exams, and evaluated Caldas et al. (2007a) age estimation equations using cervical vertebrae. The last aim was to develop new equations for estimating the real age associating dental data and cervical measures of previous methods. The sample comprised panoramic radiographs and teleradiography belonging to 510 subjects, aged 08 to 24.9 years old. During the first phase of the research, age estimation methods were applied by assessing the development of seven mandibular teeth, cervical vertebrae and third molars. Then, the techniques used previously have been combined by radiographic indexes: the Oro-Cervical Radiographic Simplified Score (OCRSS) and Oro-Cervical Radiographic Simplified Score without Wisdom Teeth (OCRSSWWT). During the second phase, evaluated the dental maturation, assigned the score to each tooth and the real age was estimated by regression equations of Chaillet and Demirjian (2004). Regarding the cervical vertebrae, measurements were made of vertebral bodies and the values were used in formulas proposed by Caldas et al. (2007a). The findings of study show that between radiographic scores, the OCRSS presented a positive rate of 67.4% and a moderate relationship with chronological age with a coefficient of determination (R^2) equivalent

to 0.64; for EROCSSTM the hit rate was 70.8% and R^2 of 0.62. Chaillet and Demirjian's technique was applied for dental age estimation, which showed an average error of 1.3 years and the method of Caldas et al. (2007a) was applied for cervical vertebrae age estimation with an average error of 1.9 years. Dental variables and measurements of cervical vertebrae were associated and new regression equations were developed for Brazilians, and the average error of equations developed in the study was 1.0 year. Finally, the method with radiographic indexes was easy to perform after adequate training, reliable and can be used in forensic practice. In addition, the use of new equations presented in this study is recommended because associating cervical vertebrae data with dental development allowed age estimates with greater accuracy.

Keywords: Human identification. Age estimation. Teeth. Cervical vertebrae. Panoramic radiograph. Teleradiography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 4.1 - Descrição detalhada dos oito estágios de desenvolvimento dentário estabelecidos por Demirjian et al.(1973)	64
Figura 4.2 - Representação esquemática e radiográfica dos estágios preconizados por Demirjian et al. (1973) para avaliação do desenvolvimento dentário.....	65
Quadro 4.3 - Definição das seis fases de maturação das vértebras cervicais estabelecida por Bacetti et al.(2005)	66
Figura 4.4 - Representação esquemática e radiográfica dos estágios de desenvolvimento das vértebras cervicais propostos por Bacetti et al. (2005).....	67
Figura 4.5 - Realização do contorno das vértebras cervicais C2, C3 e C4, com a ferramenta laço do Adobe® Photoshop® CS6 para definição da fase de maturação das vértebras analisadas	67
Figura 4.6 - Os três métodos radiográficos de estimativa de idade com seus respectivos estágios e valores para obtenção da pontuação simplificada referente aos índices radiográficos propostos por Lajolo et al. (2013)	70
Figura 4.7 - Representação dos traçados e medidas das vértebras cervicais C3 e C4 a serem realizadas na telerradiografia lateral.....	73
Figura 4.8 - Realização das medidas das vértebras cervicais C3 e C4 com o auxílio da ferramenta régua no programa Adobe® Photoshop® CS6.....	74
Figura 5.1 - Boxplot da relação entre a idade cronológica com o método de Demirjian (MD) para os sete dentes inferiores	81
Figura 5.2 - Boxplot da relação entre a idade cronológica com o método de maturação das vértebras cervicais (MMVC)	83
Figura 5.3 - Boxplot da relação entre a idade cronológica com o método de maturação do terceiro molar (MMT)	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Estudos referentes à associação de métodos dentários e ósseos para estimativa de idade	54
Tabela 4.1 - Pontuação para os estágios de maturidade dentária definidos por Demirjian et al. (1973) para o sexo masculino	72
Tabela 4.2 - Pontuação para os estágios de maturidade dentária definidos por Demirjian et al. (1973) para o sexo feminino.....	72
Tabela 5.1 - Distribuição da amostra por número de indivíduos, sexo, grupo etário e a média das idades cronológicas	77
Tabela 5.2 - Resultados do Kappa geral na análise intraexaminador e interexaminadores - EROCS e EROCSSTM.....	78
Tabela 5.3 - Resultados do Kappa por categoria na análise intraexaminador – EROCS e EROCSSTM	79
Tabela 5.4 - Resultados do Kappa por categoria na análise interexaminadores – EROCS e EROCSSTM	80
Tabela 5.5 - Distribuição da amostra de acordo com os estágios do Método de Demirjian et al. (1973) aplicado nos sete dentes inferiores (esquerdo) para o EROCS, EROCSSTM e idade real	82
Tabela 5.6 - Distribuição da amostra de acordo com os estágios de maturação das vértebras cervicais estabelecidos pelo Método de Baccetti et al. (2005) para o EROCS, EROCSSTM e idade real	84
Tabela 5.7 - Distribuição da amostra de acordo com o método de Demirjian modificado por Mincer et al. (1993) ao avaliar o terceiro molar para o EROCS e idade real.....	86
Tabela 5.8 - Caracterização da amostra estudada por grupo de idade cronológica, EROCS E EROCSSTM.....	87

Tabela 5.9 - Distribuição da amostra com base na relação EROCS e idade real, bem como EROCSSTM e idade real	88
Tabela 5.10 - Distribuição da amostra com base na relação EROCS e idade real para os sexos feminino e masculino	89
Tabela 5.11 - Distribuição da amostra com base na relação EROCSSTM e idade real para os sexos feminino e masculino	90
Tabela 5.12 - Resultados referentes ao cálculo do coeficiente de determinação (R^2) para os métodos de estimativa de idade aplicados na amostra estudada	91
Tabela 5.13 - Resultados dos parâmetros estimados para o novo modelo proposto para estimativa de idade associando dados dentários e medidas das vértebras cervicais	92
Tabela 5.14 - Resultados referentes aos valores de Erro quadrático médio (EQM) e Erro médio (EM) das equações de estimativa de idade aplicadas no estudo	93

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABFO	American Board of Forensic Odontology
AGFAD	Study Group on Forensic Age Diagnostics
AH3	Altura anterior do corpo vertebral da terceira vértebra
AH4	Comprimento ântero-posterior do corpo vertebral da quarta vértebra
AP3	Comprimento ântero-posterior do corpo vertebral da terceira vértebra
AP4	Comprimento ântero-posterior do corpo vertebral da quarta vértebra
C2	Segunda vértebra cervical
C3	Terceira vértebra cervical
C4	Quarta vértebra cervical
CBM	Chinese Biomedical Literature Database
CNK	Chinese National Knowledge Infrastructure
CONARE	Comitê Nacional para os Refugiados
CPO-D	índice de dentes cariados, perdidos e obturados
DP	Desvio padrão
EM	Erro médio
EQM	Erro quadrático médio
EROCS	Escore radiográfico oro-cervical simplificado
EROCSSTM	Escore radiográfico oro-cervical simplificado sem terceiro molar
H	Altura do corpo da vértebra cervical
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
JPEG	Joint Photographic Experts Group
kVp	Quilovoltagem pico
mA	Miliamperagem
MD	Método de Demirjian para sete dentes inferiores

MMVC	Método de maturação das vértebras cervicais
MTM	Método de Mincer para terceiro molar
MVC	Maturação das vértebras cervicais
S	Pontuação total de maturidade dentária
s	Segundos
μSv	Microsierverts

LISTA DE SÍMBOLOS

%	porcentagem
®	marca registrada
Σ	somatório
$\sqrt{}$	raiz quadrada

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1	Estimativa de idade por meio do estudo do desenvolvimento dentário	25
2.2	Estimativa de idade por meio da avaliação das vértebras cervicais	39
2.3	Associação de métodos dentários e ósseos para estimativa de idade	44
3	PROPOSIÇÃO	60
4	MATERIAL E MÉTODOS	61
4.1	Material	61
4.1.1	Definição e seleção da amostra	61
4.1.1	Crítérios de inclusão e exclusão do estudo	62
4.2	Métodos	63
4.2.1	Fase I – Descrição da análise das imagens e aplicação dos índices radiográficos oro-cervicais	63
4.2.1.1	<i>Método de Demirjian para estimativa de idade de sete dentes mandibulares</i>	<i>63</i>
4.2.1.2	<i>Método de Baccetti para estimativa de idade por meio da maturação das vértebras cervicais</i>	<i>66</i>
4.2.1.3	<i>Método de Mincer para estimativa de idade por meio do desenvolvimento do terceiro molar</i>	<i>68</i>
4.2.1.4	<i>Aplicação dos índices radiográficos oro-cervicais</i>	<i>68</i>
4.2.2	Fase II – Aplicação das equações de regressão para estimativa de idade	71
4.2.2.1	<i>Aplicação das equações de Chaillet e Demirjian para estimativa de idade pelo exame dos dentes</i>	<i>71</i>
4.2.2.2	<i>Aplicação das equações de Caldas para estimativa de idade pelo exame das vértebras cervicais</i>	<i>73</i>
4.2.3	Fase de calibração dos examinadores	75
4.2.4	Análises intraexaminador e interexaminadores	75
4.2.5	Análise estatística dos dados	75
5	RESULTADOS	77
5.1	Caracterização da amostra	77
5.2	Concordância dos índices radiográficos entre examinadores	78
5.3	Resultados da aplicação dos índices radiográficos	80
5.3.1	Resultados da aplicação dos índices radiográficos – Método de Demirjian para os sete dentes inferiores	81

5.3.2	Resultados da aplicação dos índices radiográficos – Método de Bacceti para maturação das vértebras cervicais	83
5.3.3	Resultados da aplicação dos índices radiográficos – Método de Mincer para maturação do terceiro molar	85
5.3.4	Resultados da aplicação dos índices radiográficos – EROCS e EROCSSTM	86
5.3.5	Resultados da aplicação dos índices radiográficos – coeficientes de determinação dos métodos de estimativa de idade	90
5.4	Resultados referentes à aplicação das equações de regressão para estimativa de idade.....	91
6	DISCUSSÃO	94
7	CONCLUSÕES	103
	REFERÊNCIAS	104
	ANEXO.....	114

1 INTRODUÇÃO

Avaliar e interpretar a idade por meio do desenvolvimento dentário e ósseo é de interesse para uma variedade de disciplinas, incluindo: a biologia humana, arqueologia, antropologia, medicina e odontologia legal. No campo das ciências forenses, a estimativa da idade em indivíduos vivos e cadáveres representa um desafio com significativa importância social, com implicações em âmbito civil e penal (Serinelli et al., 2011). Com o passar dos anos, casos de estimativa de idade no vivo têm se tornado cada vez mais frequentes e relevantes em todo o mundo, visto que a globalização econômica associada ao aumento das migrações decorrentes de questões sócio-políticas gerou um aumento da demanda relativa à estimativa da idade de indivíduos vivos com ausência de documentação oficial, principalmente crianças e adolescentes. Para esse fim, faz-se necessário o uso de métodos não invasivos e com um nível elevado de acurácia e confiabilidade.

A estimativa de idade auxilia a identificação de um indivíduo; fornece informações sobre os antepassados de uma população; contribui em situações de ausência de certidão de nascimento ou em circunstâncias de documentação duvidosa; colabora para a resolutividade de casos que envolvem adoção, responsabilidade criminal, pedido de asilo em país estrangeiro e para fins previdenciários (Santoro et al., 2009; Cameriere et al., 2012; Khorate et al., 2014).

O acesso universal ao registro civil é um importante passo para o exercício pleno da cidadania no Brasil. Apenas com a certidão de nascimento é possível obter os demais documentos civis, o acesso a benefícios sociais e a políticas públicas. Em 2004, 17% das crianças não tinham a certidão de nascimento no primeiro ano de vida. Em 2010, dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revelaram a existência de 600 mil crianças brasileiras de até 10 anos sem certidão de nascimento. Em 2014, o número de crianças que não receberam a certidão de nascimento no primeiro ano de vida caiu para 1% no país (IBGE, 2014). Contudo, apesar dos avanços, as regiões Norte e Nordeste ainda possuem altos percentuais de indivíduos sem o registro civil de nascimento. No ano de 2014, a região Norte apresentou 12,5% de sub-registro e a Nordeste 11,9%. Sem o registro civil, a pessoa fica sem a garantia de um direito humano básico, que é o direito à identidade, além de não ter o reconhecimento perante a lei de informações

importantes como o nome, idade, filiação, naturalidade e nacionalidade (IBGE, 2014).

Diante da maior crise migratória após a Segunda Guerra Mundial, é crescente o fluxo de migrações entre fronteiras de diversos países, o que tem proporcionado um aumento de estrangeiros que não possuem documentos de identificação pessoal. Desde o ano de 2010, as solicitações de refúgio no Brasil cresceram 2.868%. Passaram de 966, em 2010, para 28.670, em 2015. Até 2010, foram reconhecidos 3.904 refugiados. Em abril de 2016, o total chegou a 8.863, o que representa aumento de 127% no número de refugiados, sendo estes de 79 nacionalidades distintas, segundo relatório do Comitê Nacional para os Refugiados (CONARE). Os principais grupos são compostos por nacionais da Síria (2.298), Angola (1.420), Colômbia (1.100), República Democrática do Congo (968), Palestina (376) e Líbano (360). Com o aumento do fluxo no Brasil, o governo precisou adotar medidas que facilitassem a entrada desses imigrantes no território e sua inserção na sociedade brasileira, através de procedimentos para identificação das pessoas; gratuidade na emissão de Registro Nacional de Estrangeiro e a cédula de identidade para refugiados e asilados; reforço da política de assistência em todas as áreas, para todas as nacionalidades (Agência da Organização das Nações Unidas para Refugiados, 2016).

Em vista do atual contexto, nacional e mundial, nota-se um aumento no número de solicitações para que os peritos médicos e dentistas estabeleçam a idade cronológica de um indivíduo por meio de técnicas de estimativa de idade. Os métodos rotineiramente utilizados fundamentam-se na determinação da idade biológica, ou seja, por meio da avaliação do desenvolvimento dos dentes e de estruturas ósseas.

O processo de atribuição da idade biológica é uma tentativa de aproximar a idade cronológica de um indivíduo aos processos de crescimento, maturação e envelhecimento, em grande parte previsível e mensurável. A erupção e mineralização dos dentes é um parâmetro de desenvolvimento largamente estudado por meio de imagens radiográficas e aplicado com êxito para estimativa de idade. Além dos dentes, as modificações no tamanho e na forma das vértebras cervicais desde o nascimento até a plena maturidade óssea destacam-se como um indicador biológico do desenvolvimento esquelético que pode ser avaliado com uma simples telerradiografia lateral, utilizada rotineiramente no tratamento ortodôntico.

A literatura mundial tem indicado que os métodos dentários são mais confiáveis que outros indicadores osteológicos, pois estão menos expostos aos fatores ambientais (Ritz-Timme et al., 2000; Cunha et al., 2009; Timmins et al., 2012; Kanmani et al., 2012). Contudo, a maturação dentária também apresenta limitações quanto à ausência de um padrão uniforme na confiabilidade da estimativa da idade dentária desde o nascimento até a idade adulta. Cunha et al. (2009) indicam uma associação entre métodos de estimativa da idade - dentários e ósseos - para obtenção de melhores resultados, verificação de possíveis discrepâncias e avaliação das diferenças de desenvolvimento entre os sexos feminino e masculino.

Contribuindo com a identificação humana, as imagens radiográficas desempenham um papel indispensável no estudo de estimativa da idade, especialmente para os indivíduos vivos, pois possibilitam a execução de técnicas não invasivas, rápidas e de fácil execução (Panchbhai, 2011). Registros radiográficos fornecem evidência objetiva e com alta qualidade das condições anatômicas.

Apesar dos diversos estudos e métodos de estimativa de idade já publicados, ainda há uma grande variabilidade entre as idades estimadas e as idades reais (Lajolo et al., 2013). Com o intuito de melhorar os resultados dos estudos de estimativa de idade, pesquisas que avaliem os estágios de desenvolvimento de diferentes estruturas do corpo humano possuem o potencial de contribuir para uma maior confiabilidade da estimativa de idade por meio da análise de radiografias comumente solicitadas na prática clínica.

Frente à relevância da avaliação de mais de uma estrutura anatômica e da possibilidade de associação de técnicas para alcançar melhores resultados, assim como, à importância de testes de validade e confiabilidade dos métodos de estimativa de idade em diferentes grupos populacionais, este estudo teve por objetivo avaliar o desenvolvimento dos dentes e das vértebras cervicais para estimar a idade em uma amostra de jovens brasileiros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Métodos de estimativa de idade dentária fundamentam-se nas alterações decorrentes da formação dos dentes durante a odontogênese, erupção dentária ou são dependentes de processos contínuos que alteram os tecidos dentais, mesmo quando o crescimento individual é finalizado. Além do desenvolvimento dentário, a maturidade esquelética também é uma ferramenta importante para a estimativa de idade. O esqueleto humano, quando totalmente desenvolvido, é constituído por duzentos e seis ossos. Assim como a maturação dos dentes, as alterações de desenvolvimento ósseo ocorrem numa sequência consistente e observável durante um período de tempo razoavelmente definido no desenvolvimento do corpo humano. As mudanças são relacionadas com a idade e transcorrem durante uma fase limitada, comum a maioria dos seres humanos. São estas propriedades intrínsecas às estruturas ósseas e dentárias que permitem a verificação da idade (Meinl et al., 2008).

Muitas vezes, é necessário conhecer a idade de um indivíduo para posicioná-lo com precisão sobre uma determinada escala de tempo. É importante compreender as diferentes idades que podem ser atribuídas a uma mesma pessoa de acordo com diferentes parâmetros. A idade cronológica ou real é aquela medida pelo calendário, é dada pelo número de meses e anos calculados a partir da data de nascimento. A idade óssea é determinada ao examinar os estágios de desenvolvimento do esqueleto, os quais ocorrem em fases limitadas da vida. A idade dentária é definida por referência a cada etapa de desenvolvimento das dentições, decídua e permanente, e as mudanças dentárias degenerativas ao longo da vida que são passíveis de mensuração (Noble et al., 1974; Shilpa et al., 2013; Patel et al., 2015).

A literatura científica fornece uma gama de informações sobre as diferentes técnicas para estimativa de idade pautadas no desenvolvimento ósseo e dentário, nesta seção serão descritos estudos em referência à literatura, na qual mais detalhes estão disponíveis.

2.1 Estimativa de idade por meio do estudo do desenvolvimento dentário

A avaliação dos dentes para a estimativa de idade tem seu início ainda no século XIX, no ano de 1836, quando um especialista médico-legal afirmou que se ainda não houve a erupção do primeiro molar permanente, não se pode hesitar em afirmar que a criança ainda não atingiu os 07 anos de idade. Naquela época, no Reino Unido, a lei presumia que as crianças com idade igual ou superior aos 07 anos seriam submetidas ao código penal vigente. Sendo assim, a melhor forma de proteger as crianças, que muitas vezes foram enforcadas por cometer crimes triviais, era com evidências provenientes do estudo dos dentes, para então afirmar que uma criança ainda não tinha atingido a idade que permitia a aplicação da lei (Miles, 1963).

Outra necessidade de estimativa da idade em crianças surgiu em conexão com a existência do trabalho infantil. Em 1837, era proibido o trabalho em fábricas de crianças com idade inferior a 09 anos, e crianças entre 09 e 13 anos poderiam trabalhar somente 09 horas por dia. Nesse contexto, Saunders (1837) apresentou a contribuição da dentição para a verificação da idade, ao divulgar em um panfleto os resultados do estudo com 1000 crianças e afirmar que se o primeiro molar permanente estava presente em boca, a criança teria a idade de 9 anos.

Os dentes se desenvolvem em uma sequência previsível ao longo dos anos e a sua formação e erupção podem ser estudadas para estimar a idade até o início da fase adulta. Seguindo este princípio, Schour e Massler (1941) estudaram o desenvolvimento dos dentes decíduos e permanentes, e elaboraram uma série de diagramas representando as etapas de desenvolvimento desde a vida intra-uterina até os 35 anos de idade. Gleiser e Hunt (1955) descreveram detalhadamente as etapas de mineralização do primeiro molar inferior direito por meio de radiografias realizadas em intervalos de 03 meses, desde o nascimento até os 18 meses de vida, e em intervalos de 06 meses a 18 meses até os 10 anos de idade. Foram definidos e ilustrados quinze (15) estágios de mineralização da coroa e das raízes.

Moorrees et al. (1963) avaliaram a mineralização dos incisivos superiores e de todos os oito dentes inferiores de um mesmo lado. Por conseguinte, definiram catorze (14) estágios de desenvolvimento dentário, começando com a formação de cúspide inicial até o fechamento apical completo. Além de descrever o processo de

formação dos dentes, que são úteis para avaliação individual de cada criança, eles elaboraram gráficos com a indicação da idade média e dos desvios padrão para os vários estágios de desenvolvimento dos dentes, os quais permitiam conhecer o grau de avanço ou retardo no processo de maturação da criança.

No ano de 1973, Demirjian et al. apresentam um novo método para estimar a idade dentária, fundamentado na imagem radiográfica dos sete (07) dentes mandibulares do lado esquerdo. Radiografias panorâmicas de 1446 meninos e 1482 meninas franco-canadenses (3 a 17 anos) foram utilizadas para este estudo. Cada dente foi submetido a uma avaliação de acordo com os critérios de desenvolvimento dentário (presença de dentina, modificações na formação da câmara pulpar, etc.). Oito (08) estágios de desenvolvimento (A a H) foram definidos a partir da primeira evidência de mineralização (estágio A) até o fechamento do ápice radicular (estágio H). O método de Tanner e Whitehouse para avaliação da maturação óssea foi a base para a criação dos estágios de desenvolvimento dentário por Demirjian. A soma dos valores correspondentes a cada estágio é convertida em uma idade dentária.

Demirjian e Goldstein (1976) atualizaram o método anteriormente apresentado incluindo dois estágios de desenvolvimento dentário, por meio do aumento da amostra para 2407 meninos e 2349 meninas, com idades entre 2 e 20 anos, assim como propuseram avaliar a maturidade dentária em um grupo com quatro dentes (segundo molar, primeiro molar ou incisivo central, segundo pré-molar e primeiro pré-molar). Ao verificar o grupo de sete dentes, as diferenças entre o primeiro estudo e este foram mínimas. Já para o grupo com quatro dentes, houve diferença aparente para as idades estimadas. Os autores consideram que as pontuações atribuídas para cada estágio dentário não variam muito entre populações, mas os padrões de maturação podem variar consideravelmente.

O terceiro molar é o dente mais variável da dentição humana, mas existem situações em que a formação do terceiro molar é o único dado disponível para estimativa da idade. Nesse contexto, a Câmara Americana de Odontologia Forense (American Board of Forensic Odontology – ABFO) promoveu a avaliação de radiografias - panorâmicas ou periapicais - para estimativa de idade por meio do estado de desenvolvimento dos terceiros molares. O estudo foi conduzido com 823 americanos (14 a 24 anos) adaptando a técnica anteriormente apresentada por Demirjian et al. (1973) para os quatro terceiros molares. Ao avaliar isoladamente os

terceiros molares foram responsáveis por 37% (terceiro molar superior direito) a 46% (terceiro molar inferior esquerdo) da variação na idade cronológica. Examinando-os em conjunto, o coeficiente de determinação (r^2) aumentou para 50% (Mincer et al., 1993).

Eid et al. (2002) aplicaram o método de Demirjian em 689 crianças brasileiras (6-14 anos), a fim de conhecer a maturidade dentária para cada sexo, comparar os dados com os resultados de Demirjian et al. (1973) e determinar se existe uma correlação significativa entre o desenvolvimento dentário e o índice de massa corporal. A correlação entre a idade estimada e a idade cronológica dos participantes do estudo, foi de 87% para o sexo masculino e 88% para o sexo feminino, o que mostra uma taxa elevada de consonância entre os valores. Observou-se também uma superestimativa da idade para toda a amostra e, além disso, a amostra brasileira mostrou-se com um desenvolvimento dentário mais acelerado que a amostra franco-canadense do estudo de Demirjian et al. (1973). Com relação ao índice de massa corporal, não foi verificada associação significativa deste com a idade dentária.

Hegde e Sood (2002) investigaram a aplicabilidade do método de Demirjian para estimativa da idade cronológica em 197 crianças indianas (6 a 13 anos). Os achados da pesquisa identificaram uma correlação positiva entre a idade estimada e a idade real, $r = 0,986$ ($p < 0,001$) para o sexo masculino e $r = 0,988$ ($p < 0,001$) para o sexo feminino. A diferença entre a idade real e a estimada foi, em média, 51 dias (0,14 anos) para os meninos e 15 dias (0,04 anos) para as meninas. Desse modo, o método demonstrou aplicabilidade em crianças indianas.

A fim de avaliar a acurácia da estimativa da idade pelo método de Demirjian et al. (1973) e adaptar o sistema de pontuação dos estágios de modo a evitar a superestimativa, Willems et al. (2001) selecionaram 2523 radiografias panorâmicas pertencentes a 1265 homens e 1258 mulheres (2 a 18 anos) atendidos no Hospital Universitário de Leuven (Bélgica). Com a aplicação da metodologia de Demirjian, observou-se uma superestimativa da idade dentária para os caucasianos belgas, num valor médio de 0,4 anos (DP = 1,0) para os meninos e 0,7 anos (DP = 1,0) para as meninas. Para evitar a superestimação das idades, as pontuações dos estágios dentários foram adaptadas e, por conseguinte, novas tabelas foram elaboradas com os valores das pontuações expressos diretamente em anos. Calculando a pontuação geral de maturidade pela soma das pontuações dos estágios dos sete dentes

inferiores, resultou diretamente na idade estimada. O sistema adaptado gerou resultados com maior acurácia, ou seja, a superestimativa da idade real foi menor para os meninos (mediana = 0,1; média = 0,0; DP = 0,9) e meninas (mediana = 0,2; média = 0,2; DP = 1,3).

Com o objetivo de utilizar a técnica de Demirjian et al. (1973) para propor equações de estimativa da idade, tanto em pessoas vivas quanto para cadáveres, Foti et al. (2003) avaliaram 810 radiografias panorâmicas de crianças francesas (397 meninos e 413 meninas, com média das idades de 12,63 anos) e propuseram quatro equações para estimativa de idade. Os resultados do estudo apontam uma associação entre as idades reais e as idades estimadas, com uma correlação variando de 0,779 a 0,786. Para o método de Demirjian o erro médio foi igual a -0,87 anos (DP = 1,42), para as novas equações o erro médio variou entre -0,44 (DP = 1,67) a -0,63 anos (DP = 2,15). Com as diferentes equações propostas, foi possível estimar a idade em qualquer situação aplicando o modelo matemático adequado, isto é, com muitos dados disponíveis ou na ausência de todos os dentes da mandíbula, da maxila ou de apenas algumas unidades dentárias. As equações propostas provaram sua eficácia ao utilizar o método de Demirjian como referência e permitiram a estimativa da idade de pessoas com até 20 anos.

Visando avaliar o desenvolvimento do terceiro molar em um grupo de jovens caucasianos, entre 14 e 25 anos de idade, De Salvia et al. (2004) investigaram 400 radiografias panorâmicas com a finalidade de estabelecer uma possível utilização de dados do terceiro molar inferior direito para o diagnóstico da idade de maioridade penal. Conforme os resultados obtidos, a probabilidade de homens no estágio H possuírem mais de 18 anos foi igual a 96,84% e para as mulheres foi de 98,61%. Os dados mostram a utilidade do método em aplicações forenses, nas quais outras evidências de desenvolvimento são insuficientes para avaliação da idade real.

Chaillet e Demirjian (2004) realizaram uma pesquisa cujo objetivo foi averiguar a maturidade dentária em função da idade real utilizando a técnica de Demirjian et al. (1973) em uma amostra composta por radiografias panorâmicas de 1031 meninos e meninas do sul da França, com idades entre 2 e 18 anos. Os sete dentes inferiores do lado esquerdo foram classificados em uma escala de oito estágios (A a H). Para a construção dos modelos matemáticos, os estágios foram convertidos em números (2 a 9), além disso, para elevar a acurácia foram acrescentadas as fases 0 (ausência de cripta) e 1 (estágio de cripta). Ao confrontar

os resultados do método de Demirjian com sete dentes e o outro com oito dentes (terceiro molar incluso), observou-se uma acurácia maior para o método com sete dentes, porém uma confiabilidade menor (erro de 10,2%). Os autores afirmam que é difícil ter acurácia e confiabilidade elevadas, pois estas caminham em direções opostas. Com a adição do terceiro molar, aumentou a possibilidade de estimativa da idade além dos 18 anos de idade. O método com oito dentes tornou-se mais confiável (erro de 4,2%), porém a acurácia diminuiu, provavelmente pela alta variabilidade do terceiro molar.

Após o tsunami que ocorreu no sudeste da Ásia em 2004, foi feito o seguinte questionamento: “Qual o melhor método para estimativa da idade?”, Liversidge et al. (2010) consideraram pertinente esta questão e testaram diferentes métodos (Nolla, Demirjian, Willems, Chaillet, Moorrees, Haavikko) de maturação dentária, a partir de uma amostra de radiografias panorâmicas de 946 crianças saudáveis, com idades de 3 a 16,9 anos. As técnicas testadas apresentaram um desvio padrão variando de 0,86 a 1,03. A tendência da maior parte dos métodos foi de subestimar a idade, com exceção para o método de Demirjian e Haavikko adaptado. A análise por faixa etária mostrou que as técnicas de estimativa avaliadas atribuíram idades maiores para as crianças mais jovens, e idades menores para as crianças de mais idade. O método de Willems et al. (2001) foi o que demonstrou o melhor desempenho para o estudo da maturação dentária em sete dentes, caso não se tenha disponível os sete dentes para avaliação, deve-se utilizar o método de Demirjian ou Moorrees para obter resultados com maior confiabilidade.

Com o intuito de determinar a acurácia de quatro métodos distintos de estimativa da idade por meio do desenvolvimento dos dentes em radiografias, Maber et al. (2006) avaliaram uma amostra de 946 crianças saudáveis do Reino Unido e de Bangladesh (491 meninos e 455 meninas) com idades compreendidas entre 3 e 16,9 anos. As radiografias foram analisadas de acordo com os seguintes métodos: Demirjian, Nolla, Havikko e Willems. Não foram observadas diferenças significativas entre os sexos e grupos étnicos. O método de Willems foi o que apresentou maior acurácia, seguido por Demirjian, Haavikko e, por último, o método de Nolla. Para o método de Demirjian, observou-se superestimativa da idade com um erro médio de 0,25 anos para os meninos e 0,23 anos para as meninas. Todos os métodos, exceto Demirjian, foram significativamente mais acurados para estimar a idade de meninos em comparação com as meninas.

De acordo com Ohran et al. (2007), 3,8 milhões de turcos vivem fora da Turquia, sendo que 3,2 milhões residem em países da União Européia. Apesar do elevado número de turcos residentes no exterior, pouco se sabia sobre o desenvolvimento do terceiro molar para aplicação forense nesta população. Isto posto, considerou-se necessário verificar as fases de desenvolvimento do terceiro molar a partir de radiografias panorâmicas em um grupo de 1134 turcos (4 a 20 anos), com a aplicação do método de Demirjian et al. (1973) para estimar a idade cronológica. No geral, não foram encontradas diferenças significativas no desenvolvimento do terceiro molar entre homens e mulheres ($p > 0,05$), embora pequenas diferenças fossem identificadas nas idades de 8, 12 e 14 anos. Conforme os resultados do estudo, a primeira aparição de mineralização de terceiros molares ocorreu na mandíbula, e houve correlação entre a idade e desenvolvimento do terceiro molar para o sexo masculino ($r^2 = 0,57$) e para o sexo feminino ($r^2 = 0,56$) na população turca.

Roberts et al. (2008) examinaram a maturação dentária em radiografias panorâmicas pertencentes a 1547 indivíduos atendidos em um hospital em Londres (1,8 a 26,1 anos) por meio da técnica de Demirjian et al. (1973). Em média, as idades estimadas superestimaram a idade cronológica em 0,29 anos, cerca de 3 meses. A diferença máxima entre idade estimada e idade real foi de 1,65 anos.

Por meio de radiografias panorâmicas, Tunc e Koyuturk (2008) aplicaram a metodologia de Demirjian et al. (1973) em 900 crianças de 4 a 12 anos, no norte da Turquia. Os resultados indicaram uma forte correlação entre idade dentária e idade cronológica para o sexo masculino ($r^2 = 0,78$) e para o sexo feminino ($r^2 = 0,77$). As crianças turcas, em geral, apresentaram uma maturação anterior quando comparadas as crianças franco-canadenses da amostra de Demirjian. As diferenças entre as idades cronológicas e as idades dentárias de meninos e meninas variaram de 0,36 a 1,43 anos e 0,50 a 1,44 anos, respectivamente.

Kasper et al. (2009) ao avaliar os terceiros molares - por meio da técnica de Demirjian et al. (1973) - em 950 indivíduos (12 a 22 anos) americanos de origem hispânica, detectaram um desenvolvimento do terceiro molar de 8 a 18 meses mais rápido quando comparado a maturação do mesmo dente em americanos brancos. Os homens hispânicos atingiram o estágio máximo de maturação antes das mulheres, e os terceiros molares superiores tiveram um desenvolvimento anterior aos inferiores em ambos os sexos. A pessoa mais jovem com o terceiro molar em

estágio H foi uma menina com 13,92 anos, seguida por um menino de 14,58 anos. Considerando que nenhum outro método não invasivo é amplamente conhecido para avaliação da idade nessa fase de transição dos 18 anos, o estudo dos terceiros molares é um instrumento útil e um método de confiança.

Visando aplicar o sistema de Demirjian et al. (1973) em crianças do nordeste brasileiro, bem como apresentar uma nova escala de conversão do valor da maturação dentária específica para esta população, Maia et al. (2010) verificaram as radiografias panorâmicas de 1491 crianças (821 meninas e 670 meninos), na faixa etária de 7 a 13 anos. A média da diferença entre a idade cronológica e a idade estimada pelo método de Demirjian variou de 0,69 a 1,65 anos para o sexo masculino (média de 1,22 anos), e de 0,76 a 1,93 anos para o sexo feminino (média de 1,30 anos). Diante dos resultados, observou-se que a superestimativa da idade encontrada foi maior que no estudo de Eid et al. (2002) realizado com uma amostra de brasileiros da região sudoeste, indicando que, mesmo dentro de um só país, existem variações na idade dentária.

Liversidge (2010) realizou um estudo com o objetivo de verificar a maturidade dentária, segundo o método de Demirjian e Goldstein (1976), por faixa etária em um extenso banco de dados com informações de crianças e adolescentes de diversas nacionalidades (Austrália, Bélgica, Canadá, Inglaterra, Finlândia, França, Suíça e Coreia do Sul). Os estágios dos dentes foram avaliados em radiografias panorâmicas de 4710 homens e 4661 mulheres (total de 9371 indivíduos) com idades entre 2 e 18 anos. Os grupos que apresentaram o maior desvio padrão para as idades estimadas foram: meninos de 5 a 8 anos de idade e meninas de 4 a 7 anos, o que corresponde à fase mais acentuada da maturação. Observaram-se amplos intervalos de confiança das idades para as pontuações atribuídas aos estágios dentais, por exemplo: menino com pontuação de maturidade dental de 95 tem a possibilidade de ter idade real correspondente ao intervalo de 10-16 anos. Os autores afirmam que a escolha da equação para estimativa da idade tem grande impacto na pontuação de maturação dentária média por idade, sendo o método de Demirjian e Goldstein (1976) uma ferramenta útil para avaliar a maturidade dental. Contudo, não é adequado para comparar o desenvolvimento dentário entre regiões distintas e diferentes grupos étnicos, particularmente se o tamanho amostral for pequeno e de faixa etária insuficiente.

Diante do número elevado de imigrantes ilegais que entraram em Hong Kong a partir dos países vizinhos, Jayaraman et al. (2011) investigaram a aplicabilidade da metodologia de Demirjian et al. (1973) para a população do sul da China em um total de 184 imagens panorâmicas de meninos e meninas com idades entre 3 e 16 anos. Os achados indicaram uma superestimativa da idade em 0,62 anos ($p < 0,01$) para o sexo masculino, e de 0,36 anos ($p < 0,01$) para o sexo feminino. Influências genéticas, situação socioeconômica, nutricional e hábitos alimentares foram relatados como possíveis razões para as variações no desenvolvimento dentário de diferentes populações.

Com o objetivo de desenvolver uma metodologia para a população coreana, além de testar a validade dos métodos de Demirjian et al. (1973), Demirjian e Goldstein (1976), Willems et al. (2001) e Chaillet e Demirjian (2004) em uma amostra de coreanos, Lee et al. (2011) avaliaram um total de 1483 radiografias panorâmicas digitais coletadas em um Hospital de Seul (Coréia do Sul) pertencentes a crianças e adolescentes com idades entre 3 e 16 anos. Os resultados indicaram que para ambos os sexos, o método específico para coreanos foi o mais exato, as técnicas publicadas por Demirjian apresentaram superestimativa de 0,113 e 0,3 anos, enquanto os métodos de Willems (-0,171 anos) e Chaillet (- 0,347 anos) subestimaram a idade cronológica.

Na região sudoeste da Índia, Karataş et al. (2013) estudaram as fases de mineralização dos quatro terceiros molares (dentes 18, 28, 38 e 48) por meio do método de Demirjian et al. (1973) de estimativa de idade. O estudo envolveu 832 participantes com idades entre 6 e 16 anos (média das idades de 10,97 anos para os homens e 11,09 anos para as mulheres). A análise estatística demonstrou que houve correlação entre a idade cronológica e o desenvolvimento do terceiro molar em homens ($r^2 = 0,61$) e mulheres ($r^2 = 0,63$). Novas equações de regressão foram estabelecidas para estimar a idade especificamente da população estudada. Os resultados indicaram que não houve diferença nos estágios de mineralização entre os dentes 18, 28, 38 e 48. Para ambos os sexos, a idade dentária foi menor que a idade real, sendo: a idade dentária dos meninos 0,84 anos anterior a idade cronológica, enquanto que a idade estimada para as meninas foi 0,16 anos anterior a idade real. Os meninos atingiram o último estágio de desenvolvimento mais rápido que as meninas. Ao fim, os autores concluíram que é adequado o uso do terceiro

molar como um marcador de desenvolvimento, particularmente quando comparado com técnicas de estimativa da idade óssea.

Com a finalidade de avaliar a aplicabilidade dos métodos de Demirjian et al. (1973) e Willems et al. (2001) em crianças, de 6 a 13 anos de idade, da antiga república da Macedônia, Ambarkova et al. (2014) analisaram 966 radiografias panorâmicas. As duas técnicas de estimativa de idade superestimaram a idade dentária, quando em comparação com a idade real. Nos meninos, a menor superestimativa foi encontrada pelo método de Willems (0,52 anos), seguida pelo método de Demirjian que avaliou quatro dentes (primeiro e segundo pré-molar, primeiro e segundo molar), no qual a diferença entra a idade real e a estimada foi de 0,69 anos. Para as meninas, o método de Willems apresentou uma superestimativa de 0,33 anos e o método de Demirjian de 1 ano.

Silva et al. (2013) avaliaram os métodos de estimativa de idade estabelecidos por Demirjian et al. (1973) e Nicodemo, Moraes e Médici (1974), assim como compararam as duas metodologias em relação a eficiência e aplicabilidade em brasileiros residentes na região sudeste do país. A amostra foi composta por 124 radiografias panorâmicas de indivíduos na faixa etária de 7 a 16 anos. Os resultados indicaram que para cada mês de variação da idade real, o método de Nicodemo, Moraes e Médici apresentou uma subestimativa média de 0,48 meses no sexo masculino, e 0,41 meses para o sexo feminino. Para o método de Demirjian, para cada ano de variação da idade real, os meninos apresentaram uma variação de 1,0 ano nas idades estimadas, e as meninas 0,96 anos. O estudo indicou que com o aumento da idade real, maior é a subestimativa pelo método de Nicodemo, Moraes e Médici. Já para o método de Demirjian há uma maior estabilidade da técnica em diferentes idades.

O estudo elaborado por Franco et al. (2013) englobou os seguintes objetivos: verificar o modelo de Willems et al. (2001) em uma amostra brasileira, observar as diferenças entre este e um novo modelo desenvolvido para brasileiros, e combinar informações de desenvolvimento do terceiro molar com os outros sete dentes para estimativa da idade. Um total de 1357 radiografias panorâmicas de brasileiros com idades entre 5 e 23 anos foram selecionadas. A técnica de Gleiser e Hunt modificada por Kohler et al. (1955) foi aplicada para o terceiro molar, e a técnica de Demirjian et al. (1973) foi utilizada para os sete dentes inferiores do lado esquerdo nos indivíduos de 5 a 15 anos. O erro das idades estimadas variou de 0,57

a 1,36 anos (erro médio de 0,78 anos = 9,3 meses) para o sexo feminino e entre 0,68 a 1,70 anos (erro médio de 0,81 anos = 9,7 meses) para o sexo masculino. Comparando-se o desempenho dos modelos de Willems e o brasileiro para estimativa das idades, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$). Ao adicionar dados referentes ao terceiro molar, não houve aumento da acurácia dos resultados das idades estimadas. A maior diminuição do erro médio (0,22 anos) foi observada para o sexo feminino, na faixa etária de 14 e 15,9 anos.

Sarkar et al. (2013) aplicaram o método de Demirjian et al. (1973) em oito dentes e compararam a eficácia das fórmulas apresentadas por Chaillet e Demirjian (2004) com as fórmulas específicas para indianos desenvolvidas por Acharya et al. (2010). As radiografias panorâmicas de 50 homens e 50 mulheres com idades entre 5 e 24 anos foram analisadas e, com os dados sobre os estágios dos dentes, as equações para estimativa de idade foram aplicadas. A média das idades cronológicas dos indivíduos do sexo masculino foi igual a 13,44 anos e a média de idades das mulheres foi de 13,12 anos. Ao utilizar a fórmula de Chaillet e Demirjian, a média das idades estimadas para o sexo masculino foi 11,81 anos e para o sexo feminino igual a 11,58 anos. Com a equação específica para indianos, a média das idades para os homens foi de 13,54 anos e para as mulheres igual a 14,06 anos. Sendo assim, a equação de Chaillet e Demirjian subestimou a idade dentária em 1,63 anos (sexo masculino) e 1,54 anos (sexo feminino). Enquanto a equação específica apresentou uma variação de 0,10 anos (sexo masculino) e 0,94 anos (sexo feminino). Os autores concluíram o estudo afirmando que a equação específica mostrou-se mais eficaz na avaliação da idade dentária para a população estudada.

Diante da ampla aceitação pela comunidade científica e dos diversos estudos com o uso da metodologia para estimativa da idade de Demirjian et al. (1973) foi realizada uma revisão sistemática com metanálise por Jayaraman et al. (2013) com o objetivo de estimar as diferenças observadas entre a idade cronológica e idade dentária quando o método de Demirjian foi aplicado em diferentes grupos populacionais. Foi efetuada uma busca sistemática dos artigos nas bases de dados (PubMed, Embase e Cochrane) com os seguintes termos de busca: “Demirjian” e “dental age”, no período de Janeiro de 1973 a Dezembro de 2011. Um total de 274 artigos foi localizado, sendo 34 estudos incluídos na análise qualitativa e 12 estudos foram utilizados para a avaliação quantitativa e metanálise. Ao agrupar o

número de participantes dos estudos, tem-se um total de 19.599 (9.708 homens e 9.891 mulheres), com idades entre 2 e 21 anos. Por meio da sintetização dos resultados das estimativas de idade em diferentes populações, em média, o método de Demirjian superestimou a idade do sexo feminino em 0,65 anos (-0,10 anos a 2,82 anos) e para o sexo masculino em 0,60 anos (-0,23 a 3,04 anos). Diante dos achados, os autores concluíram que o método deve ser usado com cautela ao estimar a idade em qualquer população.

Yan et al. (2013) também realizaram uma revisão sistemática com metanálise referente ao método de Demirjian et al. (1973). Neste estudo, a pesquisa bibliográfica foi feita nas bases de dados PubMed, Embase, Web of Science, CNKI (Chinese National Knowledge Infrastructure) e CBM (Chinese Biomedical Literature Database) com a intenção de identificar os estudos elegíveis publicados até a data anterior ao dia 12 de Julho de 2013. Os termos para a busca bibliográfica foram: “tooth”, “teeth”, “age determination by teeth”, “radiography”, “panoramic”, “pantomography”, “panoramic radiography”, “child” “child preschool” e “adolescent”. Uma metanálise foi realizada com 26 estudos científicos, totalizando uma amostra de 11.449 crianças e adolescentes com idades de 3,5 a 16,9 anos. Em uma análise geral, observou-se que o método de Demirjian superestimou a idade dental em 0,35 e 0,39 anos em meninos e meninas, respectivamente. Estes dados indicaram que as mulheres podem apresentar desenvolvimento dentário anterior aos homens. A análise de subgrupos indicou que na faixa etária de 5 a 14 anos, as idades estimadas foram significativamente superiores as idades reais. No entanto, para as idades de 15 e 16 anos, houve uma subestimativa da idade cronológica. O estudo concluiu que as diferenças étnicas afetam a acurácia do método de Demirjian, considerando importante a elaboração de cálculos específicos para estimativa de idade de uma única população.

Medina e Blanco (2014) aplicaram os métodos de Demirjian et al. (1973) e Willems et al. (2001) para estimativa de idade a partir de radiografias panorâmicas pertencentes a 238 crianças venezuelanas com idades entre 5 e 13 anos. Para ambos os métodos, as correlações entre a idade dentária e a idade cronológica foram elevadas ($r^2 = 0,93$; $p=0,01$). As meninas apresentaram todos os estágios de formação dos dentes antes dos meninos. Para o método de Demirjian, a diferença média entre a idade dentária e a idade cronológica foi de 0,62 anos (DP = 0,93).

Com o fito de avaliar os estágios de desenvolvimento do terceiro molar mandibular de adolescentes e adultos jovens indianos, além de estimar a idade dentária por meio do método de Demirjian et al. (1973) e avaliar sua correlação com a idade cronológica, Mohammed et al. (2014) realizaram um estudo com 330 participantes, com idades variando de 9 a 20 anos, divididos em 11 grupos de acordo com a idade. Foi encontrada uma correlação significativa entre a idade real e a estimada, $r = 0,89$ (sexo masculino) e $r = 0,88$ (sexo feminino). Nos meninos, o desenvolvimento do terceiro molar inferior começou em torno dos 9,4 anos e o fim da maturação ocorreu por volta dos 18,9 anos. Para as meninas, o início foi com 9 anos de idade e o fechamento do ápice radicular ocorreu aos 18,6 anos. O método de Demirjian subestimou a idade real em 0,8 anos para o sexo masculino e em 0,5 anos para o sexo feminino.

Tomás et al. (2014) compararam a efetividade dos métodos de Nolla (1960) e Demirjian et al. (1973) ao aplicá-los em uma amostra composta por 821 radiografias panorâmicas pertencentes a portugueses e espanhóis com idades entre 4 e 34 anos (média das idades = 12,56 anos). O método de Demirjian apresentou uma tendência a superestimar a idade cronológica e o método de Nolla a subestimar. A precisão dos métodos variou entre as idades e os sexos, ambos foram mais precisos com o grupo de meninos. Conforme a idade aumenta, a capacidade preditiva das técnicas de estimativa de idade diminui. O método de Demirjian mostrou-se preditivo até os 18 anos, enquanto Nolla só foi capaz de ser aplicado até os 15 anos de idade.

Objetivando investigar o desempenho de diferentes equações para estimativa da idade baseadas no método de Demirjian et al. (1973), Khorate et al. (2014) selecionaram para o estudo 500 crianças indianas (250 homens e 250 mulheres), com idades entre 4 e 22,1 anos. Em cada radiografia, os oito dentes permanentes inferiores do lado esquerdo foram classificados conforme seu estágio de desenvolvimento e, em seguida, as pontuações referente a cada estágio foram atribuídas e somadas de modo a gerar o valor total da maturidade (valor de S). Este último foi substituído em quatro diferentes equações de regressão: fórmulas de Chaillet e Demirjian (2004), Acharya et al. (2011), Foti et al. (2003) e Dinkar (1984). Os resultados indicaram que a equação de maior acurácia foi aquela elaborada por Dinkar, em 1984, especificamente para um grupo de indianos (Mumbai – Índia). Ao utilizá-la o erro médio foi de 0,95 anos (DP = 0,84) para o sexo feminino e de 0,94

anos ($DP = 0,69$) para os homens, além de ter apresentado uma correlação de Pearson igual a 0,981 e 0,977 para os sexos masculino e feminino, respectivamente.

Para estimar a idade por meio do desenvolvimento dos quatro terceiros molares em brasileiros, Lopez et al. (2013) avaliaram 659 radiografias panorâmicas de jovens com idades entre 15 e 22 anos. Foram utilizadas as técnicas de Demirjian et al. (1973) e o método de Gleiser e Hunt modificado e apresentado por Kohler (1994). O teste Kappa demonstrou maior reprodutibilidade intraexaminador (0,95) e interexaminadores (0,92) para o método de Demirjian. Os achados do estudo indicaram que houve diferença nos estágios de desenvolvimento entre homens e mulheres, contudo estas diferenças não foram observadas entre os lados direito e esquerdo. Para o método de Demirjian, pessoas com o terceiro molar em estágio D ou em estágio superior a este, apresentaram idade igual ou maior que 18 anos. Os dois métodos aplicados subestimaram as idades reais em cerca de 6 meses.

Karkhanis et al. (2015) descreveram o processo de formulação de um padrão para estimativa de idade especificamente para a população ocidental da Austrália com base no método de Moorrees et al. (1963). A amostra estudada foi composta por 382 radiografias panorâmicas, pertencentes a 202 indivíduos do sexo masculino e a 190 do sexo feminino, com idades variando de 4,1 a 25 anos de idade. Foram atribuídos os níveis de desenvolvimento dos dentes permanentes e o grau de reabsorção dos dentes decíduos, seguindo a metodologia de Moorrees, e em seguida uma série de modelos de regressão foram desenvolvidos para a população do estudo. Quando estes foram aplicados para a amostra, não houve um aumento substancial da acurácia. Não foi observada diferença estatística entre os dentes do lado direito e esquerdo. Houve uma consistente correlação entre a idade dentária e a idade cronológica, o maior valor obtido foi para o segundo molar superior esquerdo e ambos os primeiros pré-molares inferiores ($r = 0,906$); o dente com menor correlação foi o incisivo central inferior esquerdo ($r = 0,759$).

Soares et al. (2015) aplicaram os estágios de desenvolvimento de Demirjian et al. (1973) para estimativa da idade em brasileiros, por meio de uma amostra de 2.097 radiografias panorâmicas digitais de pacientes com idades entre 6 e 22 anos, atendidos em clínicas privadas de radiologia da região nordeste do Brasil. Observou-se a confiabilidade do método de Demirjian por meio de uma correlação significativa entre os estágios de desenvolvimento do terceiro molar e a idade cronológica ($p < 0,05$). Os resultados ainda indicaram que a mesma equação de regressão pode

ser utilizada para estimar a idade, independentemente de qual terceiro molar vai ser avaliado. Os homens apresentaram uma tendência a desenvolver mais rapidamente os terceiros molares que as mulheres, sendo a diferença de desenvolvimento entre os sexos de 05 meses de idade, em média, para cada estágio de maturação dental. O estudo concluiu que é possível estimar a idade real por meio dos estágios de desenvolvimento de apenas um terceiro molar, independente da localização e do sexo; bem como considerou inadequado o uso indiscriminado de tabelas de mineralização dentária em grupos de populações diversas, porque as características populacionais variam por todo o mundo.

A fim de avaliar a aplicabilidade do método de Demirjian et al. (1973) em indianos, Kiran et al. (2015) realizaram o seu estudo com 250 participantes (130 homens e 120 mulheres) com idades entre 7 e 18 anos. A idade média da amostra estudada foi igual a 12,39 anos ($DP = 3,32$), enquanto a idade média estimada pelo método de Demirjian foi de 11,56 anos ($DP = 3,17$) e pelas equações específicas para os moradores do sul da Índia foi igual a 14,20 anos ($DP = 3,24$). Por conseguinte, tem-se que o método de Demirjian subestimou a idade dental em 0,84 anos nos homens, e 0,83 nas mulheres. Já com o uso das equações específicas, houve uma superestimativa de 1,72 anos para o sexo masculino e 1,91 anos no sexo feminino.

Considerando que a fase final de desenvolvimento dentário (fase H de Demirjian) é geralmente útil para indicar se um sujeito tem idade superior a 18 anos, Roberts et al. (2015) coletaram artigos científicos publicados no período de Janeiro de 1973 a Dezembro de 2014, que continham na seção de resultados o número amostral, a média das idades e os valores de desvio padrão. Os indivíduos dos estudos selecionados pertenciam à faixa etária de 4 a 26 anos. As informações referentes aos estágios G e H foram avaliadas nesse estudo. A partir dos dados dos artigos publicados, a idade máxima, para a fase H, variou de 22,6 até 34,5 anos. Em um estudo com mulheres canadenses, o estágio H estendeu-se para idades de 12,9 a 34,5 anos; gerando um intervalo de 21,6 anos. Já em outro estudo no Reino Unido a variação foi de 16,5 a 24,0 anos; com um intervalo de 8,4 anos. Os autores concluíram que não há um cálculo simples que indique a probabilidade de um indivíduo ser maior de 18 anos, e que os dados deveriam ter sido trabalhados com o método estatístico mais apropriado, sugerindo-se a aplicação de percentis para uma análise ordenada.

2.2 Estimativa de idade por meio da avaliação das vértebras cervicais

Protocolos forenses de estimativa da idade real podem combinar métodos com base na avaliação do desenvolvimento dos dentes por imagens radiográficas, a aparência física, desenvolvimento sexual secundário, exame clínico odontológico e modificações esqueléticas (Thevissen et al., 2012; Khorate et al., 2014). Este último grupo inclui as alterações de desenvolvimento das vértebras cervicais que permitem avaliar o grau de maturidade fisiológica de um indivíduo em crescimento e calcular a idade óssea vertebral cervical por meio de telerradiografia lateral.

Os métodos para avaliação da maturação das vértebras cervicais (MVC) foram introduzidos por Lamparski (1972) que realizou o primeiro estudo com o objetivo de determinar se as alterações nas fases de maturação das vértebras cervicais, registradas nas telerradiografias de rotina, poderiam ser utilizadas para avaliar a idade óssea de um indivíduo. No estudo, a metodologia adotada por Greulich e Payle (1959) foi utilizada como padrão ouro para avaliação da idade óssea. A amostra selecionada compunha o acervo de imagens do Departamento de Ortodontia da Faculdade de Medicina dentária da cidade de Pittsburgh (Estados Unidos), foram 151 participantes (72 meninas e 79 meninos) com idades entre 10 e 15 anos. As imagens foram organizadas na ordem do desenvolvimento vertebral, resultando numa série de seis (06) padrões de maturação das seis (06) vértebras cervicais (C2 – C6). Ao testar a validade do método, não houve diferenças estatísticas significativas entre o estudo de mão e punho e a maturação das vértebras cervicais, desse modo validou-se a hipótese de que vértebras cervicais podem ser aplicadas na verificação da idade óssea.

Com o intuito de combinar as observações de desenvolvimento de mão e punho com maturação das vértebras cervicais, Hassel e Farman (1995) conduziram um estudo em uma universidade do Estado de Ohio (Estados Unidos) com radiografias de mão e punho e telerradiografia de perfil pertencentes a 220 indivíduos com idades entre 8 e 18 anos. Foi realizado o traçado em folha de acetato do processo odontóide da segunda vértebra cervical e dos corpos vertebrais das terceira e quarta vértebras (C3 e C4). Estas foram as áreas selecionadas, pois eram passíveis de visualização mesmo quando o paciente estava fazendo uso do colar de proteção cervical durante a exposição ao feixe de raios X. Hassel e Farman (1995)

definiram as seguintes fases para maturação das vértebras: iniciação, aceleração, transição, desaceleração, maturação e finalização. Foi possível confirmar as observações feitas previamente por Lamparski (1972), ao concluir que o método de maturação das vértebras cervicais era tão confiável quanto o método de mão e punho ($r^2 = 0,89$, $p < 0,001$).

Baccetti et al. (2005) apresentaram uma nova versão metodológica para avaliação da maturidade óssea por meio do exame das vértebras cervicais. A morfologia dos corpos vertebrais de C2, C3 e C4 foi analisada em observações consecutivas das características de seis (06) telerradiografias obtidas em momentos distintos e pertencentes a cada um dos trinta (30) indivíduos atendidos na Universidade de Michigan, considerando como critério de inclusão a não realização prévia de tratamento ortodôntico. O método proposto é composto por seis fases de maturação (estágio cervical 1 ao estágio cervical 6), sendo: estágios 1 e 2 pré-pico de crescimento, estágios 3 e 4 representam a fase de crescimento mandibular, estágios 5 e 6 ocorrem após o pico de crescimento. O uso de um indicador biológico confiável de maturidade esquelética – a maturação vertebral cervical – é altamente recomendado para uma ampla variedade de pesquisas científicas e aplicações clínicas.

Com o objetivo de estabelecer um método que avaliasse objetivamente a maturação óssea em telerradiografias de crianças japonesas (7 e 14,9 anos) do sexo feminino, Mito et al. (2002) realizaram medições dos corpos vertebrais de C3 e C4 e desenvolveram uma equação de regressão para estimativa da idade. O estudo constatou que a maturação vertebral tem correlação com a idade cronológica ($r = 0,705$) e com a idade óssea ($r = 0,869$). Desse modo, ao estudar as vértebras cervicais, os autores afirmaram que é possível avaliar a maturidade óssea de forma aprofundada e objetiva por meio de imagens radiográficas.

San Román et al. (2002) realizaram um estudo para determinar a validade dos estágios de maturação das vértebras cervicais na predição da idade óssea. Imagens radiográficas de mão e punho e telerradiografias de 958 crianças espanholas (5 a 18 anos de idade) foram coletadas e submetidas à aplicação das técnicas de Grave e Brown (1976) para mão e punho, e para avaliar a maturação vertebral utilizou-se as metodologias descritas por Lamparski (1972) e por Hassel e Farman (1955). Nesse estudo, verificou-se que maior é a maturação quanto maior for a concavidade do corpo vertebral. A correlação entre o método que estudou a

radiografia de mão e punho (sexo feminino: $r = 0,85$; sexo masculino: $r = 0,79$) foi semelhante à obtida quando a classificação de Hassel e Farman (sexo feminino: $r = 0,84$; sexo masculino: $r = 0,77$) foi utilizada, mas superior a classificação de Lamparski (sexo feminino: $r = 0,79$; sexo masculino: $r = 0,69$) na avaliação da maturidade óssea.

Ao investigar se a avaliação da maturação esquelética em telerradiografias poderia ser aplicada em uma população brasileira, Caldas et al. (2007b) recorreram à metodologia estabelecida por Mito et al. (2002) com o propósito de determinar de forma objetiva a maturação óssea das crianças brasileiras. A amostra do estudo foi constituída por telerradiografias laterais de 128 meninas e 110 meninos na faixa etária de 7 a 15,9 anos obtidas a partir do acervo da Clínica de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP. Os corpos vertebrais foram medidos e as equações de regressão aplicadas. A média das idades cronológicas foi igual a 11,29 anos (sexo feminino) e 11,28 anos (sexo masculino); a média das idades estimadas pelas vértebras cervicais foi de 11,62 anos para o sexo feminino e de 10,15 anos para o sexo masculino. Por conseguinte, os resultados sugeriram que o método é confiável para o sexo feminino, porém para o sexo masculino houve uma diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre a idade óssea vertebral e a idade óssea carpal (padrão ouro), o que demonstra diferenças nos padrões de crescimento na população estudada.

Com a finalidade de resolver o problema detectado no estudo anterior, Caldas et al. (2007a) publicam novo estudo no qual desenvolveram duas novas equações de regressão a fim de determinar a idade óssea vertebral cervical na mesma amostra anteriormente selecionada de meninas e meninos brasileiros. Para verificar a confiabilidade das fórmulas elaboradas, foram utilizadas radiografias de mão e punho com a aplicação da técnica de Tanner et al. (2001) para estimar a idade óssea carpal. A média das idades cronológicas foi de 10,40 e 10,57 anos para as meninas e meninos, respectivamente. A média das idades estimadas por meio das vértebras cervicais foi igual a 10,57 anos para as meninas e 10,77 anos para os meninos. Os resultados do estudo indicaram que não houve diferença estatística (sexo feminino: $p = 0,5721$; sexo masculino: $p = 0,6007$) entre idade óssea vertebral cervical, idade óssea carpal e idade cronológica, indicando que as novas equações desenvolvidas podem ser aplicadas na população brasileira para ambos os sexos.

A fim de substituir o filme radiográfico impresso e a folha de acetato por uma análise computadorizada para avaliação objetiva da maturação óssea em telerradiografias e para aplicar as novas equações para estimativa de idade em brasileiros, Caldas et al. (2010) selecionaram uma amostra com imagens radiográficas de 717 indivíduos (7 a 15,9 anos) moradores das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil. Para a análise computadorizada das vértebras cervicais, utilizou-se o programa Radiocef Studio 2 (Radio Memory Ltda., Belo Horizonte – MG, Brasil) que permitiu a marcação dos pontos anatômicos de referência das terceira e quarta vértebras cervicais. Não foi observada diferença significativa entre a idade óssea vertebral e a idade cronológica, exceto para os meninos da região norte e meninas do nordeste do país, que apresentaram uma diferença de 0,44 e 0,26 anos, respectivamente. Os resultados sugeriram que o método desenvolvido para avaliar objetivamente a maturação óssea vertebral pode ser aplicado em brasileiros.

Soegiharto et al. (2008) realizaram uma pesquisa para descrever os estágios de maturidade óssea de crianças indonésias e compará-las com crianças brancas. O estudo incluiu 2167 indivíduos (8 a 17 anos de idades). Em média, a maturação das vértebras cervicais mostrou que crianças brancas atingiram cada estágio de maturação cerca de 0,5 a 1,0 ano antes que seus pares da Indonésia. Sendo assim, os resultados mostraram que existem diferenças de idades entre as fases da maturidade esquelética, entre os sexos e grupos étnicos.

Aguiar et al. (2013) avaliaram a aplicabilidade do método desenvolvido por Caldas et al. (2007a) em crianças de baixa renda da zona rural da cidade de Itabaiana (SE). A amostra foi composta por telerradiografias e radiografias de mão e punho pertencentes a 76 meninos e 64 meninas (7 a 14,7 anos). Foram realizadas as medidas das vértebras C3 e C4 para estimar a idade óssea vertebral. Os resultados do estudo indicaram que a idade média estimada para as meninas foi de 10,62 anos e a idade óssea carpal foi de 11,28 anos; o erro médio de 1,42 anos. A idade média estimada para os meninos foi de 10,44 anos e a idade óssea carpal foi de 10,57 anos com erro médio de 1,18 anos. Em seguida, novos modelos de regressão mais fidedignos a população de estudo foram elaborados e obteve-se um coeficiente de determinação (r^2) de 0,6751 para o sexo feminino e 0,6209 para o sexo masculino.

Com o objetivo de validar o modelo estatístico para estabelecer a idade óssea por meio do estudo das vértebras cervicais, Alhadlaq e Al-Maflehi (2013) realizaram uma pesquisa com 122 crianças sauditas do sexo masculino com idades entre 10 e 15 anos. Não foi encontrada diferença significativa entre a idade estimada e a idade cronológica, e observou-se alta correlação entre ambas ($r = 0,910$, $DP = 0,230$). Os resultados deste estudo indicaram que o uso de equação de regressão para o cálculo da idade óssea vertebral é útil na determinação da maturação esquelética em crianças em fase de crescimento.

A radiografia de mão e punho tem sido tradicionalmente adotada para especificar o nível de maturação óssea de uma criança ou adolescente. Para evitar a realização de radiografias adicionais, o método de investigação da idade óssea por meio das vértebras cervicais, tornou-se mais popular nos últimos anos pois a telerradiografia é usualmente solicitada para avaliação ortodôntica. Quase todos os estudos já realizados encontraram correlações significativas estatisticamente entre a idade óssea carpal e a maturação óssea cervical. Sendo os riscos da radiação cumulativos, é indiscutível a aplicação de estratégias para redução da dose, embora a quantidade de radiação utilizada na Odontologia seja muito baixa. As práticas radiológicas aceitáveis são aquelas baseadas no pressuposto de que algum risco existe, e esse risco deve ser claramente superado pelos benefícios. Isto é, a quantidade de informações obtidas para diagnóstico em uma radiografia supera o risco de sua obtenção. Com o objetivo de avaliar a dose de radiação de uma telerradiografia com protetor de tireóide e sem protetor, bem como a dose de radiação de uma radiografia de mão e punho, Patcas et al. (2013) realizaram diversas medidas em laboratório dos valores de radiação absorvida em um simulador dos tecidos da região de cabeça e pescoço. A dose equivalente para a telerradiografia, sem um protetor de tireóide, foi de 5,03 microsieverts (μSv). Com o uso do protetor, obteve-se uma redução da dose de 1,73 μSv e para a radiografia de mão e punho, a dose calculada foi de 0,16 μSv . A tireóide é um órgão muito sensível à exposição às radiações. Sendo assim, os autores consideraram que para a avaliação da idade óssea ainda justifica-se o uso da radiografia de mão e punho ou, se for utilizar a telerradiografia, não remover o protetor de tireóide e adotar técnicas que não necessitam da visualização até a sexta vértebra cervical.

Rhee et al. (2015) propuseram a construção de modelos de regressão para a estimativa da idade óssea por meio do estudo das vértebras cervicais C2, C3 e C4

em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico pertencentes a adolescentes japoneses (35 homens e 45 mulheres, de 15 a 19 anos). A idade real e a maturação óssea apresentaram um coeficiente de correlação de Pearson (r) para meninos e meninas de 0,8397 e 0,8412, respectivamente. O estudo concluiu que com a inserção da tomografia computadorizada a segunda vértebra cervical pôde ser claramente visualizada e mensurada no plano sagital, fornecendo informações importantes para propósitos de estimativa de idade, bem como permitiu a apresentação de um método quantitativo e objetivo melhorado para aplicações em casos de estimativa de idade.

Considerando o fato de que as proporções entre as projeções radiográficas dos lados anterior e posterior do corpo vertebral da quarta vértebra – C4 – diferem com a idade, Cameriere et al. (2015b) elaboraram um estudo com 444 adolescentes italianos (214 mulheres e 230 homens, com idades entre 5 e 15 anos). As projeções do lado anterior e do lado posterior de C4 foram medidas e suas proporções utilizadas para estimar a idade. O estudo mostrou que as medidas não variaram depois dos 13 anos de idade para o sexo feminino e 14 anos para o sexo masculino. Foi utilizado um método de calibração Bayesiana para estimar a idade biológica. Os valores de erro médio das idades estimadas foram de 1,34 anos (sexo masculino) e 1,01 anos (sexo feminino). Embora o método de calibração Bayesiana não supere os modelos estatísticos de regressão na acurácia das estimativas, este parece ter maior capacidade para reduzir significativamente o viés típico e inerente na abordagem de modelo de regressão.

2.3 Associação de métodos dentários e ósseos para estimativa de idade

Diretrizes para estimar a idade em indivíduos vivos têm sido propostas e são fundamentadas na combinação de exames clínico, esquelético e dentário. O grupo alemão de especialistas forenses, Study Group on Forensic Age Diagnostics (AGFAD), orienta que a estimativa da idade deve consistir de um exame físico, que registra dados antropométricos e sinais de maturação sexual; uma radiografia da mão esquerda e uma radiografia panorâmica para avaliação dos dentes. Para os

casos de avaliação da idade real de pessoas que informam ter idade em torno dos 21 anos, um exame radiográfico bidimensional ou uma tomografia computadorizada da clavícula é recomendado. Com o intuito de aumentar a acurácia das idades estimadas e melhorar a identificação dos distúrbios de desenvolvimento, recomenda-se que uma combinação dos métodos mencionados seja praticada pelos peritos da área forense (Schmeling et al., 2006).

O estudo conduzido por Olze et al. (2005b) teve por objetivo analisar se a avaliação combinada de variadas características radiográficas e morfológicas fornece informações úteis e suficientes para saber se uma pessoa atingiu a idade de 21 anos. As variáveis examinadas incluíram o índice de dentes cariados, perdidos e obturados (CPO-D) de todos os dentes permanentes, exceto os terceiros molares; os estágios de erupção dos terceiros molares e o grau de recessão periodontal dos segundos molares. Foram avaliadas 650 radiografias panorâmicas de alemães com idades entre 18 e 30 anos. Os resultados foram avaliados de forma discriminante, com dois grupos etários: ≤ 21 anos e > 21 anos. A probabilidade de classificar corretamente foi de 69,7% para o sexo masculino e 71,4% para o sexo feminino. Com base nos resultados, compreendeu-se que uma combinação de técnicas permitiu a estimativa de idade com finalidade forense em adultos jovens. Contudo, os autores recomendaram ainda o estudo da cartilagem epifisária clavicular para estimar a idade de pessoas com mais de 21 anos de idade.

O artigo elaborado por Garamendi et al. (2005) apresenta a aplicação de técnicas de estimativa de idade em 114 homens imigrantes em território espanhol, supostamente menores de 18 anos e originários do Marrocos. Os testes realizados para estimar a idade foram: exame físico geral, radiografia mão e punho (método de Greulich e Pyle) e radiografia panorâmica para determinar o grau de desenvolvimento dos terceiros molares inferiores (método de Demirjian). A idade real foi confirmada pela Embaixada do Marrocos na Espanha, sendo a faixa etária dos marroquinos de 13 a 25 anos. O método para mão e punho apresentou melhores resultados, sendo o erro médio entre as idades estimadas e as idades reais igual a 1,07 anos (DP = 1,76), seguido pelo método de Demirjian para os dentes. Ademais, a combinação de variáveis dentárias e ósseas representou uma melhoria significativa na predição da idade real ao apresentar uma especificidade de 97%, evitando assim o aparecimento de resultados falsos positivos (resultado da

aplicação das técnicas como sendo maior de 18 anos) os quais são eticamente inaceitáveis.

Azrak et al. (2007) estabeleceram correlações entre os achados dentais (clínicos e radiográficos), isoladamente ou combinados, com a idade cronológica de adultos. Radiografias panorâmicas e exame clínico de 984 indivíduos, da Europa Central, com idades entre 20 e 60 anos (524 mulheres e 460 homens) foram realizadas para avaliar o índice de CPO-D, o escore total para a dentição e a distância entre a junção cimento-esmalte e a margem óssea alveolar. Ao realizar as correlações de Pearson das variáveis adotadas com a idade cronológica, obteve-se o valor de 0,686 para o nível do osso alveolar, para o escore total dos dentes a correlação foi de 0,675 e para o CPO-D foi igual a 0,614. O presente estudo mostrou que os achados dentais clínicos e radiográficos escolhidos não poderiam ser utilizados isoladamente para uma estimativa da idade acurada, mas podem auxiliar outros métodos.

Diante da premissa de que para estimar a idade de uma pessoa é difícil decidir se um único método ou uma combinação destes dará um resultado mais confiável, Martrille et al. (2007) avaliaram uma coleção de esqueletos pertencentes a 218 negros e brancos americanos, com idades variando de 25 a 90 anos, e aplicaram quatro (04) indicadores para estimativa da idade: avaliação da sínfise púbica, superfície auricular, quarta costela e o método de Lamendin para analisar dentes anteriores. A combinação de métodos gerou análises com maior acurácia. Quando a amostra foi dividida em faixas etárias (25-40 anos, 41-60 anos e >60 anos), o método para a sínfise púbica foi o mais acurado para os mais jovens (25-40 anos) e a técnica de Lamedin para os dentes foi a melhor no grupo de 41 a 60 anos. Acima dos 60 anos de idade, todos os métodos foram altamente imprecisos. Recomendou-se o uso do maior número possível de indicadores dentais e esqueléticos para a estimativa de idade, no entanto, a fim de maximizar o potencial da avaliação final, os autores sugeriram que se considere o método ou os métodos que apresentem uma maior acurácia para um determinado grupo etário.

Başaran et al. (2007) investigaram a relação entre os estágios de mineralização dos dentes e os estágios de maturação das vértebras cervicais em um grupo de 590 turcos (7-18 anos). Foram utilizados os métodos de Demirjian et al. (1973) para o estudo dos dentes e aplicou-se a técnica de Lamparski (1972) e Hasseal e Farman (1995) para as vértebras cervicais. Os resultados para o

coeficiente de correlação de Spearman entre a maturação dentária e cervical variou de 0,421 (terceiro molar e vértebras cervicais) a 0,911 (segundo molar e vértebras cervicais). Ao fim do trabalho, conclui-se que a avaliação da maturidade óssea e dos estágios de desenvolvimento dentário de todos os dentes, exceto os terceiros molares, pode ser utilizada na população turca.

Chen et al. (2010) investigaram a associação entre maturidade dentária e óssea ao avaliar radiografias panorâmicas e telerradiografias de 302 indivíduos chineses (134 meninos e 168 meninas) com idades variando de 8 a 16 anos. A maturidade dentária foi avaliada de acordo com os estágios de calcificação propostos por Demirjian et al. (1973), enquanto a maturação esquelética foi estimada com base nos estágios de desenvolvimento das vértebras cervicais propostos por Baccetti et al. (2005). O coeficiente de correlação de Spearman entre a maturidade dentária e a vertebral variou de 0,391 a 0,582 para meninas e de 0,464 a 0,496 para meninos ($p < 0,05$). A maturação dos dentes apresentou uma baixa, porém significativa correlação com a maturação cervical. O desenvolvimento do segundo molar inferior para meninas e o desenvolvimento do canino inferior para os meninos apresentaram as maiores correlações com os estágios de desenvolvimento das vértebras cervicais.

A fim de avaliar como as evidências científicas publicadas em periódicos específicos são consideradas pelos médicos forenses em Paris (França), Pruvost et al. (2010) realizaram uma pesquisa retrospectiva de um ano (2007) nos arquivos referentes às avaliações de idade solicitadas pela promotoria pública francesa para efeitos de procedimento penal ou pedido de asilo. Um total de 498 casos (141 mulheres, 28%; e 357 homens, 72%) foram analisados. O estudo detectou uma alta proporção de casos (71%) em que a idade estimada pelo médico forense estava incompatível com a idade alegada por jovens de 14 a 18 anos. No entanto, quando a idade foi estimada a partir de dados individuais apresentados em estudos científicos publicados anteriormente, a incompatibilidade foi de apenas 3% (17 dos 498 casos). Concluiu-se que muitos dos indivíduos os quais alegaram ter idade inferior a 18 anos foram considerados diante da Justiça como maiores de idade, acarretando importantes consequências sobre os direitos conferidos pela lei.

Różyło-Kalinowska et al. (2011) investigaram a relação entre a idade dentária avaliada pelo método de Demirjian et al. (1973) e a maturidade óssea determinada pelo método de maturação das vértebras cervicais definido por Baccetti

et al. (2005). Radiografias panorâmicas e telerradiografias de 718 poloneses (431 meninas e 287 meninos, de 6 a 17 anos) foram examinadas. Diante dos achados do estudo, observou-se que a maturação cervical ocorre mais cedo (cerca de seis meses) no sexo feminino. Ao calcular os valores referentes à correlação de Spearman, houve uma correlação moderada entre os estágios de mineralização dentária de alguns dentes e as fases das vértebras cervicais (sexo feminino: segundo pré-molar, $\rho = 0,59$; sexo masculino: canino, $\rho = 0,52$). Os autores consideraram seus resultados uma contribuição para a discussão, até então, inconclusiva sobre as inter-relações entre o desenvolvimento dentário e ósseo mais frequentemente aplicados em pacientes em fase de crescimento.

Uma metodologia multifatorial para estimar a idade foi estruturada com base no desenvolvimento do dente terceiro molar, na epífise medial da clavícula e na sincondrose esfeno-occipital; utilizando múltiplas regressões como o recurso para construção de fórmulas de estimativa de idade por meio de imagens de tomografia computadorizada. Bassed et al. (2011) realizaram o trabalho com uma amostra de 605 indivíduos australianos (421 homens e 184 mulheres, com idades de 15 a 25 anos). Para o terceiro molar a idade estimada variou de 4 - 4,5 anos da idade real, para a clavícula a variação foi de 3 - 3,5 anos e para a sincondrose esfeno-occipital a variação foi igual a 5 - 6 anos. Os achados indicam que a sincondrose esfeno-occipital ($R^2 = 0,213$ para os homens; $R^2 = 0,055$ para mulheres) não contribui para o modelo de estimativa de idade neste grupo etário. O cálculo de regressão para o terceiro molar (sexo masculino: $R^2 = 0,475$; sexo feminino: $R^2 = 0,484$) e clavícula (sexo masculino: $R^2 = 0,604$; sexo feminino: $R^2 = 0,775$), quando combinados em um único cálculo de regressão múltipla (sexo masculino: $R^2 = 0,775$; sexo feminino: $R^2 = 0,830$), fornece um modelo robusto e mais efetivo comparado ao uso individual de cada método.

Cameriere et al. (2012) realizaram um estudo cujo o objetivo foi comparar a acurácia de três métodos para estimativa da idade em crianças: medida dos ápices radiculares abertos; a relação entre a área total dos ossos do carpo e as epífises da ulna e do rádio; e o método combinado (técnica mão e punho e dentária). A amostra foi constituída por 288 crianças caucasianas italianas (152 meninos e 136 meninas) com idades entre 5 e 15 anos. A acurácia foi estabelecida pela diferença entre a idade estimada e a idade cronológica. Para o método combinado, o erro médio foi de 0,41 anos (sexo feminino) e 0,54 anos (sexo masculino); com a técnica de mão e

punho, o erro foi igual a 1,0 ano para as meninas e 0,92 anos para os meninos; e para o método dentário, os valores de erro médio foram 0,62 anos (sexo feminino) e 0,71 anos (sexo masculino), com uma tendência a subestimativa da idade. O método combinado proporcionou uma melhor acurácia das idades estimadas para todos os grupos etários.

Com o intuito de explorar a relação entre a idade dentária e a maturação das vértebras cervicais, Timmins et al. (2012) utilizaram os métodos dentários de Demirjian et al. (1973) e Cameriere et al. (2006), assim como o método de avaliação da maturidade das vértebras cervicais de Hassel e Farman (1995) para um grupo de 200 crianças e adolescentes (7 a 17 anos) da Nova Zelândia. Os métodos aplicados apresentaram uma boa acurácia em relação às idades estimadas e às idades cronológicas, para o método de Demirjian o erro médio foi igual a 0,12 anos e para a técnica de Cameriere foi -0,84 anos. Não foi encontrada diferença significativa entre os métodos e os sexos. Uma desvantagem do uso do método de Cameriere foi que todos os sete dentes atingiram a maturidade dentária aos 13,69 e 14,06 anos no sexo feminino e masculino, respectivamente. A técnica de Demirjian, por sua vez, foi passível de aplicação até os 16 anos de idade. Quanto à maturação das vértebras cervicais, as meninas atingiram os estágios de maturação cervical cerca de 1,0 ano antes dos meninos.

Considerando que os intervalos das idades estimadas por meio da análise do terceiro molar podem ser reduzidos através da combinação das características dentárias com informações esqueléticas, Thevissen et al. (2012) realizaram um trabalho com uma amostra composta por 496 telerradiografias e panorâmicas de indianos (3 a 33 anos) com o objetivo de comparar os métodos de estimativa da idade por meio da avaliação do desenvolvimento das vértebras cervicais e do ângulo mandibular em telerradiografias, a fim de detectar qual apresentava o melhor resultado e, em seguida, associaram com técnicas de avaliação dos terceiros molares para verificar se é possível obter melhores resultados das idades estimadas em uma população belga (460 indivíduos, 3 a 26 anos). O estudo indicou que a junção dos métodos baseados no desenvolvimento das vértebras - Baccetti et al. (2005) e Seedat et al. (2005) - com o método de avaliação do desenvolvimento do terceiro molar - método de Gleiser e Hunt modificado por Köhler et al. (1994) - melhorou consideravelmente as estimativas de idade ($r^2 = 0,80$), especialmente no período de desenvolvimento inicial do terceiro molar.

Valizadeh et al. (2012) investigaram a correlação entre os estágios de calcificação dentária e a maturação das vértebras cervicais em 400 meninas iranianas, com idades entre 8 e 14 anos. Ao aplicar as técnicas de Demirjian et al. (1973) para os sete dentes e Baccetti et al. (2005) para as vértebras cervicais, observaram correlação entre ambas para o primeiro ($\rho = 0,75$) e segundo ($\rho = 0,71$) pré-molares, caninos ($\rho = 0,73$) e incisivos centrais ($\rho = 0,71$); sendo o maior valor da correlação de Spearman para o primeiro pré-molar.

Shilpa et al. (2013) examinaram as imagens radiográficas de 250 indianos (124 meninas e 126 meninos) na faixa etária de 6 a 15 anos, divididos em dez grupos por idade. Foram utilizados os métodos de Demirjian et al. (1973) e Greulich e Pyle (1959). Constatou-se correlação significativa ($p < 0,05$) entre as idades dentária e cronológica para os meninos de 6-7 anos e 10-11 anos, e para meninas de 8-9 anos e 12-13 anos, ao passo que a correlação entre as idades óssea e cronológica foi observada em um número maior de faixas de idade. Os métodos utilizados apresentaram boa acurácia apenas em determinadas idades, uma possível explicação considerada neste estudo foi a diferença na ascendência genética dos indianos, portanto, o ambiente e a genética desempenham uma influência notável na maturação dentária e óssea.

Em 2013, no estudo piloto elaborado por Lajolo et al. (2013), foram apresentados dois índices radiográficos desenvolvidos com o intuito de facilitar, agilizar e dar maior confiabilidade à estimativa de idade. A amostra do estudo foi composta por 60 italianos com idades entre 8 e 25 anos. O primeiro índice (Escore radiográfico oro-cervical simplificado - EROCS) associa o método de Demirjian et al. (1973) para dentes mandibulares do lado esquerdo, com o método de maturação das vértebras cervicais de Baccetti et al. (2005) e o método de Mincer et al. (1993) para terceiros molares. O segundo índice (Escore radiográfico oro-cervical simplificado sem o terceiro molar - EROCSSTM) é derivado do primeiro, no entanto, ele foi criado para ser aplicado nos casos de ausência dos terceiros molares, por isso é composto apenas pelos dois primeiros métodos. Observou-se uma correlação significativa entre o EROCS e a idade cronológica ($r^2 = 0,75$), e entre o EROCSSTM e a idade real ($r^2 = 0,72$). Os autores constaram que os novos índices são confiáveis para estimativa da idade cronológica, contudo, consideram a variabilidade de desenvolvimento entre os indivíduos como um fator influenciador para o estudo de estimativa da idade.

A fim de investigar a relação entre a idade dentária e a idade óssea de 150 crianças e adolescentes indianos (5 a 15 anos), bem como compará-las com a idade cronológica, Rai et al. (2014) utilizaram os métodos de estimativa da idade dentária definidos por Schour e Massler (1941), e Demirjian e Goldstein (1976). Para a avaliação da idade óssea carpal foram aplicadas as técnicas de Greulich e Payle (1959), e Tanner e Whitehouse (1975). O método de Demirjian e Goldstein superestimou a idade em meninos e meninas de 5 a 8 anos ($EM = 0,54$; $DP = 0,51$), enquanto a técnica de Schour e Massler superestimou a idade dos meninos ($EM = 0,05$; $DP = 0,68$) e subestimou a idade das meninas ($EM = -0,78$; $DP = 0,76$). O mesmo acontecimento foi observado para a técnica de Tanner e Whitehouse que superestimou a idade para o sexo masculino ($EM = 0,18$; $DP = 0,57$) e subestimou para o sexo feminino ($EM = -0,02$; $DP = 0,758$). Neste estudo, as meninas indianas apresentaram um desenvolvimento anterior ao dos meninos, e houve correlação positiva entre a idade dentária, óssea e cronológica para ambos os sexos.

Cossellu et al. (2014) investigaram a relação entre os estágios de calcificação do segundo molar inferior e os estágios de maturação óssea em 500 crianças e adultos jovens italianos, com idades entre 10 e 20 anos. O índice de maturidade dos dentes foi avaliado através dos estágios de mineralização propostos por Demirjian et al. (1973) e a maturação esquelética foi avaliada de acordo com o método de Hassel e Farman (1995). Observou-se uma correlação significativa entre o desenvolvimento dentário e vertebral (Teste de Pearson: 0,78-0,86; Teste de Spearman: 0,81-0,85), entre a idade cronológica e o desenvolvimento dentário (Teste de Pearson: 0,82-0,86; Teste de Spearman: 0,84-0,86), e entre a idade cronológica e o desenvolvimento das vértebras cervicais (Teste de Pearson: 0,91-0,92; Teste de Spearman: 0,91-0,92). Quanto maior o estágio de desenvolvimento dentário, maior a fase de maturação vertebral, sendo que 68% do estágio dental E correspondeu a fase 1 do desenvolvimento vertebral e 41% do estágio E correspondeu a fase 2; 30% do estágio dentário F correspondeu à fase 2; o estágio G foi predominante correspondente à fase 3 com 65% e fase 4 com 82%; o estágio H apresentou uma correspondência de 61% com a fase 5 e uma distribuição de 86% com a fase 6 de maturação vertebral.

Para testar a aplicabilidade da idade dentária estimada pelos métodos de Demirjian et al. (1973) e Willems et al. (2001), e o método de Greulich e Pyle (1959) para idade óssea, Patel et al. (2015) avaliaram 90 meninos e 90 meninas, com

idades de 6 a 16 anos, residentes no distrito de Gandhinagar (Índia). O coeficiente de correlação de Pearson entre a idade cronológica e o método de Demirjian foi de 0,882 para meninos e 0,956 para meninas; para o método de Willems o coeficiente foi igual a 0,921 para indivíduos do sexo masculino e 0,959 para o gênero feminino, por último, para o método de Greulich e Pyle os valores foram iguais a 0,921 (meninos) e 0,960 (meninas). O método de Willems apresentou-se como o mais consistente e de maior acurácia.

Gelbrich et al. (2015) estudaram a correlação entre os erros das estimativas de idade obtidas a partir do desenvolvimento dos terceiros molares (método de Demirjian), da avaliação dos ossos da mão e do punho (método de Thiemann-Nitz), além de avaliar a associação destes. Foram examinadas as imagens radiográficas de 383 crianças e adolescentes (7,8 a 19,1 anos) atendidos em um hospital universitário da Alemanha. As estimativas de idade a partir das radiografias de mão e punho apresentaram um erro médio de -0,37 anos (IC 95% = 0,47 – 0,27; DP = 0,97), o que correspondeu a uma subestimativa da idade de 4 meses. Com relação ao terceiro molar, as idades estimadas apresentaram um desvio padrão igual a 1,35. Ao combinar as técnicas, o erro médio foi de -0,26 anos (IC 95% = 0,32 – 0,17; DP = 0,79). O trabalho mostra que as idades estimadas nos diferentes métodos apresentaram erros de estimativa independentes, e isso permitiu o cálculo de uma estimativa de idade agregada. Ademais, sugeriu-se que algoritmos rigorosos fossem adquiridos a partir da combinação de variados métodos que explorem diferentes estruturas do corpo humano, de modo a aprimorar os resultados das estimativas de idade.

A fim de avaliar as idades mínimas de responsabilidade penal de diversos países (10, 11, 12, 13 e 14 anos) por meio da análise da mineralização dentária e o desenvolvimento carpal, Cameriere et al. (2015a) realizaram um estudo transversal retrospectivo com radiografias panorâmicas e imagens de mão e punho pertencentes a 291 italianos (152 meninos, 139 meninas) com idades de 9 a 15 anos. As técnicas de estimativa de idade empregadas foram: medida da abertura dos ápices radiculares dos dentes; a razão entre a área total dos ossos carpais e as epífises do rádio e ulna; além da combinação de ambos. Após a coleta de dados, os valores de sensibilidade e especificidade foram estabelecidos para a amostra em questão. O valor mais elevado de especificidade, ao aplicar o método combinado, foi igual a 95% (IC 95% = 83% - 99%) em meninos de 10 anos, e o menor valor de

especificidade correspondeu a 87% (IC 95% = 76% - 95%), obtido com meninos de 11 anos. Os resultados mostraram que todos os métodos são úteis, no entanto, a combinação de técnicas significa um aumento da eficácia para a estimativa da idade de pessoas que estão no limiar das idades de responsabilidade penal.

Pinchi et al. (2016) avaliaram a acurácia da estimativa de idade fornecida por uma combinação de métodos ósseos e dentários aplicados numa amostra de 274 indivíduos italianos (6-17 anos). As técnicas de Greulich e Pyle (1959), Tanner e Whitehouse (1975), Willems et al. (2001) e Demirjian et al. (1973) foram aplicadas. Para o gênero feminino, os resultados decorrentes da associação dos métodos de Demirjian (acurácia de 77%) e Tanner e Whitehouse (acurácia de 77,8%) elevaram a acurácia para 83,3%. Para o grupo masculino, a associação dos métodos proporcionou um aumento da acurácia para 80,4%, com relação ao método de Demirjian (acurácia igual a 75,5%), contudo, houve uma diminuição em relação ao valor da acurácia para o método de Tanner e Whitehouse que isoladamente foi igual a 83,5%. Embora o estudo sofra influência do tamanho limitado da amostra e por sua distribuição etária desigual, os resultados confirmaram que os procedimentos para avaliação da idade por meio da associação de técnicas dentárias e ósseas podem melhorar a acurácia e reduzir a ocorrência de falsos positivos.

Cericato et al. (2016) correlacionaram os estágios de desenvolvimento dentários e esqueléticos em brasileiros ao aplicar as metodologias propostas por Hassel e Farman (1995), Demirjian et al. (1973), Baccetti et al. (2005). A amostra foi composta por 576 radiografias panorâmicas e 576 telerradiografias. Os resultados da correlação de Spearman variaram entre 0,415 para o primeiro molar inferior, e 0,646 para o segundo pré-molar inferior, ao aplicar o método de Hassel e Farman. O método de Baccetti apresentou uma correlação de 0,419 (primeiro molar inferior) e 0,653 (segundo pré-molar inferior). Todas as correlações foram estatisticamente significativas ($p < 0,001$). A correlação entre os métodos empregados para estimativa da idade óssea foi 0,982 ($p < 0,001$). Os autores afirmaram que apesar das correlações entre desenvolvimento ósseo e dentário, os resultados devem ser interpretados com cautela, uma vez que atingiu valores de correlação moderados. É sugerida a realização de novos estudos para testar outras metodologias, a fim de verificar a possibilidade de substituir uma técnica por outra com correlação mais forte. A seguir, na tabela 2.1, é possível verificar os achados principais dos estudos citados que associaram métodos de estimativa de idade dentária e óssea.

Tabela 2.1 – Estudos referentes à associação de métodos dentários e ósseos para estimativa de idade

Referência	Amostra	Faixa etária	Métodos de estimativa de idade aplicados	Resultados principais
Olze et al. (2005b)	650 alemães	18 a 30 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Índice CPO-D; • Estágios de erupção dos terceiros molares; • Grau de recessão periodontal dos segundos molares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Probabilidade de classificar corretamente se o indivíduo tem idade ≤ 21 anos ou > 21 anos foi de: 69,7% (masculino) e de 71,4% (feminino).
Garamendi et al. (2005)	114 imigrantes marroquinos	13 a 25 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Exame físico geral; • Método de Greulich e Pyle (mão e punho); • Método de Demirjian (terceiros molares inferiores). 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Greulich e Pyle: Especificidade = 55% a 86% / Sensibilidade = 45% a 84%; • Método de Demirjian: Especificidade = 53% a 95% / Sensibilidade = 24% a 79%; • Métodos de Demirjian e Greulich e Pyle: Especificidade = 97% / Sensibilidade = 21%.
Azrak et al. (2007)	984 indivíduos da Europa Central	20 a 60 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Índice CPO-D; • Distância entre a junção cimento-esmalte e a margem óssea alveolar; • Escore total para a dentição. 	<ul style="list-style-type: none"> • Correlação de Pearson (r) e Spearman (rho) para o CPOD: $r = 0,614$ / $\rho = 0,624$; • Nível ósseo alveolar: $r = 0,686$ / $\rho = 0,757$; • Escore total: $r = 0,675$ / $\rho = 0,720$.
Martrille et al. (2007)	218 esqueletos de negros e brancos americanos	25 a 90 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Suchey–Brooks (avaliação da sínfise púbica); • Método de Lovejoy (superfície auricular); • Método de Iscan (quarta costela); • Método de Lamendin (dentes anteriores). 	<ul style="list-style-type: none"> • Correlação de Pearson (r) para a sínfise púbica: $r = 0,67$; • Superfície auricular: $r = 0,57$; • Quarta costela: $r = 0,66$; • Dentes anteriores: $r = 0,58$.

Continua

Continuação

Başaran et al. (2007)	590 turcos	7 a 18 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Técnica de Lamparski e técnica de Hasseal e Farman (vértebras cervicais); • Método de Demirjian (dentes). 	<ul style="list-style-type: none"> • Correlação de Spearman (rho) entre a maturação dentária e cervical: rho = 0,421 (terceiro molar e vértebras cervicais) a 0,911 (segundo molar e vértebras cervicais). • Correlação de Spearman (rho) entre a maturação dentária e cervical, sexo feminino e masculino, respectivamente: ✓ Canino: rho = 0,391 e 0,496 ✓ 1°Pré: rho = 0,482 e 0,464 ✓ 2°Pré: rho = 0,454 e 0,491 ✓ 2°Molar: rho = 0,528 e 0,467
Chen et al. (2010)	302 chineses	8 a 16 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Demirjian (canino, primeiro e segundo pré-molares, segundo molar inferior esquerdo); • Método de Baccetti (maturação das vértebras cervicais). 	
Pruvost et al. (2010)	498 casos de estimativa de idade realizados por médico-legista na França com indivíduos de diferentes nacionalidades	Idades relatadas variaram de 9 a 36 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Exame físico; • Método de Greulich e Pyle (mão e punho); • Condição dentária avaliada clinicamente e erupção dos terceiros molares. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para os médico-legistas: 29% de compatibilidade e 71% de incompatibilidade da idade alegada com a cronológica; • Seguindo as evidências científicas: a incompatibilidade foi igual a 3% (17 dos 498 casos).
Różyło-Kalinowska et al. (2011)	718 poloneses	6 a 17 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Baccetti (maturação das vértebras cervicais); • Método de Demirjian (sete dentes inferiores). 	<ul style="list-style-type: none"> • Idade cronológica e dentária: r = 0,77 (feminino), r = 0,79 (masculino); • Idade vertebral e idade dental (2° pré): rho = 0,59 (feminino); • Idade vertebral e idade dental (canino): rho = 0,52 (masculino).

Continua

Continuação

Bassed et al. (2011)	605 australianos	15 a 25 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Powell e Brodie (sincondrose eseno-occipital); • Método de Demirjian (dente terceiro molar); • Método de Schulz (epífise medial da clavícula). 	<ul style="list-style-type: none"> • Sincondrose eseno-occipital (masculino: $R^2 = 0,213$; feminino: $R^2 = 0,055$); • Terceiro molar (masculino: $R^2 = 0,475$; feminino: $R^2 = 0,484$); • Clavícula (masculino: $R^2 = 0,604$; feminino: $R^2 = 0,775$); • Clavícula e terceiro molar (masculino: $R^2 = 0,775$; feminino: $R^2 = 0,830$).
Cameriere et al. (2012)	288 italianos	5 a 15 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Cameriere (sete dentes inferiores do lado esquerdo – ápices radiculares abertos); • Método de Cameriere (mão e punho); • Método combinado (técnica mão e punho e dentário). 	<ul style="list-style-type: none"> • Dentes: Erro médio (EM) = 0,62 anos (feminino) e 0,71 anos (masculino); • Mão e punho: EM = 1,0 anos (feminino) e 0,92 anos (masculino); • Método combinado: EM = 0,41 anos (feminino) e 0,54 anos (masculino);
Timmins et al. (2012)	200 neozelandeses	7 a 17 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de Demirjian e Cameriere (sete dentes inferiores); • Método de Hassel e Farman (vértebras cervicais). 	<ul style="list-style-type: none"> • Demirjian e idade cronológica: $r = 0.893$ (masculino) e $r = 0.914$ (feminino); • Cameriere e idade cronológica: $r = 0.900$ (masculino) e $r = 0.915$ (feminino); • Estágios de maturação cervical: meninas 1 ano antes dos meninos.
Thevissen et al. (2012)	496 indianos e 460 belgas	3 a 33 anos (indianos); 3 a 26 anos (belgas)	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de Baccetti, Seedat, Caldas (vértebras cervicais); • Método de Rai (ângulo mandibular); • Método de Gleiser e Hunt modificado por Köhler (dentes). 	<ul style="list-style-type: none"> • Baccetti: $R^2 = 0,58$; • Seedat: $R^2 = 0,55$; • Caldas: $R^2 = 0,26$; • Rai: $R^2 = 0,03$ • Baccetti + Seedat: $R^2 = 0,63$ • Gleiser e Hunt: $R^2 = 0,39$ • Gleiser e Hunt + Baccetti: $R^2 = 0,78$ • Gleiser e Hunt + Baccetti + Seedat: $R^2 = 0,80$

Continua

Continuação

Valizadeh et al. (2012)	400 meninas iranianas	8 a 14 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Baccetti (maturação das vértebras cervicais); • Método de Demirjian (sete dentes inferiores). 	<ul style="list-style-type: none"> • Correlação de Spearman entre os estágios vertebrais e dentários: ✓Dente 31: rho = 0,71 ✓Dente 32: rho = 0,47 ✓Dente 33: rho = 0,73 ✓Dente 34: rho = 0,75 ✓Dente 35: rho = 0,71 ✓Dente 36: rho = 0,37 ✓Dente 37: rho = 0,34
Shilpa et al. (2013)	250 indianos	6 a 15 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Demirjian (dentes); • Método de Greulich e Pyle (mão e punho). 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 a 7 anos: EM = -0,3 (masculino), -0,07 (feminino) e -0,18 (ambos); • 8 a 9 anos: EM = 0,15 (masculino), 0,29 (feminino) e 0,22 (ambos). • 10 a 11 anos: EM = 0,42 (masculino), 0,10 (feminino) e 0,26 (ambos).
Lajolo et al. (2013)	60 italianos	8 a 25 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Demirjian (07 dentes inferiores); • Método de Baccetti (vértebras cervicais); • Método de Mincer (terceiro molar); • Escore radiográfico oro-cervical simplificado (EROCS); • Escore radiográfico oro-cervical simplificado sem terceiro molar (EROCSSTM). 	<ul style="list-style-type: none"> • Idade cronológica e EROCS: $R^2 = 0,75$ (geral); $R^2 = 0,78$ (feminino) e $R^2 = 0,81$ (masculino) ($p < 0,001$). • Idade cronológica e EROCSSTM: $R^2 = 0,721$ (geral); $R^2 = 0,672$ (feminino) e $R^2 = 0,848$ (masculino) ($p < 0,001$).
Rai et al. (2014)	150 indianos	5 a 15 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Schour e Massler e técnica de Demirjian (dentes); 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Schour e Massler: EM = -0,44 a 0,63 (masculino) e 0,078 a -0,15

Continua

Continuação

			<ul style="list-style-type: none"> • Método de Greulich e Payle e técnica de Tanner e Whitehouse (mão e punho). 	<ul style="list-style-type: none"> (feminino). • Método de Demirjian: EM = -0,78 a 0,54 (masculino) e -0,40 a 0,78 (feminino). • Método de Greulich e Payle: EM = -0,90 a 0,42 (masculino) e -0,72 a -0,01 (feminino). • Método de Tanner e Whitehouse: EM = 0,14 a 0,71 (masculino) e -0,94 a -0,02 (feminino).
Cossellu et al. (2014)	500 italianos	10 a 20 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de Demirjian (segundo molar inferior); • Método de Hassel e Farman (vértebras cervicais). 	<ul style="list-style-type: none"> • Correlação entre dente e vértebras: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Masculino: $r = 0,78$ / $\rho = 0,81$ ✓ Feminino: $r = 0,86$ / $\rho = 0,85$ • Correlação entre dente e idade real: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Masculino: $r = 0,82$ / $\rho = 0,84$ ✓ Feminino: $r = 0,86$ / $\rho = 0,856$ • Correlação entre vértebras e idade real: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Masculino: $r = 0,92$ / $\rho = 0,92$ ✓ Feminino: $r = 0,91$ / $\rho = 0,91$
Patel et al. (2015)	180 indianos	6 a 16 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de Demirjian e Willems (sete dentes inferiores); • Método de Greulich e Pyle (mão e punho). 	<ul style="list-style-type: none"> • Correlação entre Demirjian e idade real: <ul style="list-style-type: none"> ✓ $r = 0,882$ (masculino), $r = 0,956$ (feminino); • Correlação entre Willem e idade real: <ul style="list-style-type: none"> ✓ $r = 0,921$ (masculino), $r = 0,959$ (feminino); • Correlação entre mão e punho e idade real: <ul style="list-style-type: none"> ✓ $r = 0,921$ (masculino), $r = 0,960$ (feminino).
Gelbrich et al. (2015)	383 alemães	7,8 a 19,1 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Demirjian (terceiros molares); • Método de Thiemann-Nitz (mão e punho). 	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Demirjian: DP = 1,35; • Método de Thiemann-Nitz: EM = -0,37 anos (IC 95% = 0,47 – 0,27; DP = 0,97); • Combinação dos métodos: EM = -0,26 (IC 95% = 0,32 – 0,17; DP = 0,79).

Continua

Conclusão

Cameriere et al. (2015a)	291 italianos	9 a 15 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Cameriere (sete dentes inferiores do lado esquerdo – ápices radiculares abertos); • Método de Cameriere (mão e punho); • Método combinado (técnica mão e punho e dentária). 	<ul style="list-style-type: none"> • Método dentário: Especificidade = 76% a 93% / Sensibilidade = 80% a 97%; • Método mão e punho: Especificidade = 76% a 89% / Sensibilidade = 74% a 96%; • Método combinado: Especificidade = 87% a 95% / Sensibilidade = 82% a 97%.
Pinchi et al. (2016)	274 italianos	6 a 17 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos de Demirjian e Willems (sete dentes inferiores); • Método de Greulich e Pyle e Tanner-Whitehouse (mão e punho). 	<ul style="list-style-type: none"> • Acurácia – Demirjian: 75,5% (masculino) e 77% (feminino); • Acurácia – Willems: 79,1% (masculino) e 77,8% (feminino); • Acurácia – Tanner-Whitehouse: 83,5% (masculino) e 77,8% (feminino); • Acurácia – Demirjian e Tanner-Whitehouse: 80,4% (masculino) e 83,3% (feminino).
Cericato et al. (2016)	576 brasileiros	7 a 18 anos	<ul style="list-style-type: none"> • Método de Demirjian (dentes); • Métodos de Hassel e Farman e Baccetti (vértebras cervicais). 	<ul style="list-style-type: none"> • Correlação Demirjian e Hassel e Farman: <ul style="list-style-type: none"> ✓ 1° molar: $\rho = 0,415$ ✓ 2° pré-molar: $\rho = 0,646$; • Correlação Demirjian e Baccetti: <ul style="list-style-type: none"> ✓ 1° molar: $\rho = 0,419$ ✓ 2° pré-molar: $\rho = 0,652$; • Idade real e Baccetti: $\rho = 0,730$; • Idade real e Hassel e Farman: $\rho = 0,734$.

3 PROPOSIÇÕES

- Validar a metodologia de análise qualitativa do desenvolvimento dentário e ósseo por meio dos índices radiográficos oro-cervicais propostos por Lajolo et al. (2013) para estimativa de idade em uma amostra de jovens brasileiros.
- Verificar a relação entre idade cronológica e a idade biológica por meio de índices radiográficos derivados da associação de técnicas de estimativa de idade dentária – métodos de Demirjian et al. (1973) e Mincer et al. (1993) – e idade óssea – método de Baccetti et al. (2005).
- Verificar a efetividade das equações de estimativa de idade propostas por Chaillet e Demirjian (2004) pelo exame dos dentes e as equações de estimativa de idade pelo exame das vértebras cervicais de Caldas et al. (2007a).
- Elaborar novas equações para estimativa da idade real associando dados dentários, adquiridos por meio do método de Chaillet e Demirjian (2004) e medidas cervicais obtidas pela técnica de Caldas et al. (2007a).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente o projeto de pesquisa foi submetido à apreciação do Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, sendo aprovado por meio do parecer de nº 754.502, CAAE: 32509214.3.0000.0075 (Anexo).

4.1 Material

4.1.1 Definição e seleção da amostra

Para a realização do presente estudo de estimativa de idade em brasileiros foram selecionados 510 participantes de pesquisa observando uma correlação estimada de 0,40; o poder do teste de 0,80 e significância de 0,05. A amostra compreendeu a um total de 1020 imagens radiográficas digitais (510 radiografias panorâmicas e 510 telerradiografias laterais) pertencentes a 510 indivíduos com idades entre 08 e 24,9 anos, distribuídos por sexo (feminino e masculino) e grupo etário (8 – 8,9 anos; 9 – 9,9 anos; 10 – 10,9 anos; 11 -11,9 anos; 12 – 12,9 anos; 13 – 13,9 anos; 14 -14,9 anos; 15 – 15,9 anos; 16 – 16,9 anos; 17 - 17,9 anos; 18 – 18,9 anos; 19 – 19,9 anos; 20 - 20,9 anos; 21 – 21,9 anos; 22 – 22,9 anos; 23 – 23,9 anos; 24 – 24,9 anos) de maneira a compor grupos homogêneos, com trinta (30) participantes em cada grupo. Todas as imagens radiográficas foram previamente realizadas em uma clínica particular de radiologia odontológica por razões de diagnóstico clínico e tratamento ortodôntico. De cada participante da pesquisa foram selecionadas as radiografias panorâmica e telerradiografia realizadas no mesmo dia, coletadas simultaneamente e avaliadas neste estudo exclusivamente com o propósito de estimar a idade. Também foram reunidas as informações referentes ao sexo, data de nascimento, data do exame e idade cronológica. Com a informação sobre a idade de cada participante, as imagens foram organizadas em pastas por idade e sexo, numeradas consecutivamente, para

posterior análise pelos pesquisadores do estudo. Importante ressaltar que as informações referentes ao nome, idade e sexo contidas nas imagens radiográficas, foram ocultadas para que os examinadores não fossem influenciados por essas características durante a análise das imagens e aplicação dos métodos de estimativa de idade.

As imagens radiográficas digitais foram coletadas no acervo de exames radiográficos da Clínica Rizzo – Radiologia Odontológica Digital – situada na cidade de Feira de Santana – Bahia, durante os anos de 2014 e 2015. Para a obtenção das radiografias, foi utilizado o aparelho Panorâmico e Cefalométrico Digital Planmeca Promax 2D (Planmeca®, Helsinque, Finlândia). Todas as radiografias foram obtidas com o mesmo equipamento radiológico, com os mesmos fatores de exposição e utilizando a distância adequada para a aquisição de radiografia panorâmica e telerradiografia. Foi adotado o protocolo recomendado pelo fabricante do aparelho para aquisição das imagens digitais, as quais foram convertidas no formato JPEG e salvas nos arquivos da clínica.

4.1.2 Critérios de inclusão e exclusão do estudo

Os critérios de inclusão para o estudo foram: presença dos oito dentes inferiores (incisivo central a terceiro molar) do lado esquerdo; indivíduos que não apresentavam anomalias crânio-faciais detectadas nos exames de imagem, bem como nenhum tipo de anomalia – de forma ou número - nos dentes a serem estudados, ou qualquer fator de impedimento da erupção dentária (dentes retidos, presença de patologias associadas à erupção); imagens radiográficas com requisitos mínimos de qualidade de imagem e execução adequada da técnica radiográfica (posicionamento, nitidez acentuada, contraste e densidade adequados), com representação fidedigna e abrangente da área anatômica a ser estudada.

Foram excluídas imagens com presença de deformidades crânio-faciais e de anomalias dentárias; que não apresentavam os oito dentes inferiores do lado esquerdo; imagens radiográficas executadas sem o rigor técnico adequado; assim como telerradiografias que não permitiam a visualização das três vértebras cervicais alvo do estudo (segunda, terceira e quarta vértebras).

4.2 Métodos

A seguir, serão descritos os métodos empregados neste estudo. Na primeira fase, o método qualitativo elaborado por Lajolo et al. (2013), o qual associa três técnicas de estimativa de idade: Demirjian et al. (1973) para os sete dentes inferiores, Baccetti et al. (2005) para as vértebras cervicais e o método de Mincer et al. (1993) para o terceiro molar. Do mesmo modo que, em seguida, serão descritos os métodos quantitativos de Chaillet e Demirjian (2004) de estimativa de idade pelo exame dos oito dentes inferiores, e a técnica de Caldas et al. (2007a) para estimar a idade óssea por meio de medidas lineares das vértebras cervicais.

4.2.1 Fase I – Descrição da análise das imagens e aplicação dos índices radiográficos oro-cervicais

Para a aplicação da metodologia dos índices radiográficos proposta por Lajolo et al. (2013), inicialmente, faz-se necessária a utilização dos seguintes métodos de estimativa da idade: método de Demirjian para estimativa da idade de sete dentes inferiores do lado esquerdo (Demirjian et al., 1973), método de estimativa de idade por meio da maturação das vértebras cervicais (Baccetti et al., 2005) e o método de Demirjian modificado por Mincer et al. (1993) para estimativa da idade de terceiros molares.

4.2.1.1 Método de Demirjian para estimativa de idade de sete dentes mandibulares

As radiografias panorâmicas dos participantes do estudo foram analisadas conforme a metodologia de Demirjian et al. (1973) que propõe a avaliação dos sete (07) dentes permanentes inferiores do lado esquerdo, na seguinte ordem: segundo molar, primeiro molar, segundo pré-molar, primeiro pré-molar, canino, incisivo lateral e incisivo central. Todos os dentes foram classificados em oito (8) estágios - de A a

H - desde o aparecimento dos primeiros pontos de calcificação até o fechamento do ápice radicular. Se não há sinal de calcificação, atribui-se o valor igual a zero (0), a formação da cripta não é levada em consideração. Uma descrição completa do sistema de classificação por estágios de desenvolvimento dentário foi dada por Demirjian et al. (1973) (Quadro 4.1). O estágio de desenvolvimento foi atribuído seguindo cuidadosamente os critérios estabelecidos para cada estágio e comparando o dente a ser avaliado com os diagramas esquemáticos representativos do desenvolvimento dentário em cada nível (Figura 4.2).

Quadro 4.1 - Descrição detalhada dos oito estágios de desenvolvimento dentário estabelecidos por Demirjian et al.(1973)

Estágio	DESCRIÇÃO	
	DENTE UNIRRADICULAR	DENTE MULTIRRADICULAR
A	Em ambos os dentes unirradicular e multirradicular, visualiza-se um início de mineralização ao nível superior da cripta, sob a forma de cone(s) invertido (s). Não há fusão destes pontos calcificados.	
B	Fusão dos pontos de mineralização constituindo uma ou várias cúspides que se unem para formar a superfície oclusal.	
C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formação completa do esmalte na superfície oclusal. Sua extensão e convergência para a região cervical pode ser vista. 2. Observa-se uma deposição de dentina incipiente. 3. O limite superior da câmara pulpar apresenta uma curvatura. 	
D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formação completa da coroa até a junção cimento-esmalte. 2. O limite superior da câmara pulpar nos dentes unirradiculares tem uma forma curva definida, sendo côncava na região cervical. Com o desenvolvimento dos cornos pulpares, a imagem radiolúcida é semelhante a um guarda-chuva. Em molares, a câmara pulpar apresenta uma forma trapezoidal. 3. Início da formação radicular é visualizada sob a forma de uma espícula. 	
E	<ol style="list-style-type: none"> 1. As paredes da câmara pulpar formam linhas retas, cuja continuidade é interrompida pela presença do corno pulpar, o qual é maior que na fase anterior. 2. O comprimento da raiz é menor que a altura da coroa. 	
F	<ol style="list-style-type: none"> 1. As paredes da câmara pulpar formam um triângulo isóscele. O ápice termina em forma de funil. 2. O comprimento da raiz é igual a ou maior do que a altura da coroa. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Formação inicial da bifurcação radicular, apresenta-se com a forma de meia lua ou um ponto mineralizado. 2. O comprimento radicular ainda é menor que a altura da coroa.
G	As paredes do canal radicular são paralelas e a extremidade apical está parcialmente aberta.	<ol style="list-style-type: none"> 1. A região mineralizada da bifurcação está ainda mais desenvolvida. Visualização nítida e definida do limite das raízes que terminam em forma de funil.

Continua

Conclusão

		2. O comprimento das raízes é igual ou maior que a altura da coroa.
H	1. A extremidade apical do canal radicular está completamente fechada. 2. O ligamento periodontal tem uma espessura uniforme em torno das raízes e dos ápices.	

Figura 4.2 – Representação esquemática e radiográfica dos estágios preconizados por Demirjian et al. (1973) para avaliação do desenvolvimento dentário

4.2.1.2 Método de Baccetti para estimativa de idade por meio da maturação das vértebras cervicais

O método de maturação das vértebras cervicais proposto por Baccetti et al. (2005) é composto por seis (06) estágios (Quadro 4.3). As variações morfológicas vertebrais que permitem determinar os referidos estágios de desenvolvimento das vértebras são: presença de concavidades nas bordas inferiores das vértebras cervicais C2, C3 e C4; formato das vértebras C3 e C4 em quatro alterações estruturais (forma de trapézio, retângulo horizontal, quadrado e retângulo vertical), na sequência de desenvolvimento (Figura 4.4).

Nas telerradiografias, em norma lateral, foram avaliadas as fases de maturação das vértebras cervicais pelo método visual e, quando necessário, foram realizados traçados do contorno anatômico da segunda (C2), terceira (C3) e quarta (C4) vértebras cervicais para definição da fase de maturação (Figura 4.5).

Quadro 4.3 – Definição das seis fases de maturação das vértebras cervicais estabelecida por Baccetti et al.(2005)

ESTÁGIO	DESCRIÇÃO
CS 1	As bordas inferiores das três vértebras cervicais (C2-C4) são planas. Os corpos das vértebras C3 e C4 possuem formato de trapézio (o limite superior do corpo vertebral afunila de posterior para anterior).
CS 2	A concavidade está presente na borda inferior de C2. Os corpos vertebrais de C3 e C4 estão ainda em forma trapezoidal.
CS 3	As concavidades nas bordas inferiores das vértebras C2 e C3 estão presentes. Os corpos de C3 e C4 podem apresentar formato trapezoidal ou de retângulo horizontal.
CS 4	As concavidades nas bordas inferiores das vértebras C2, C3 e C4 agora estão presentes. Os corpos vertebrais de C3 e C4 possuem a forma de retângulo horizontal.
CS 5	As concavidades nas bordas inferiores de C2, C3 e C4 estão ainda presentes. Pelo menos um dos corpos de C3 e C4 tem a forma de quadrado. Se não quadrado, o corpo da outra vértebra cervical ainda é um retângulo horizontal.
CS 6	As concavidades nas bordas inferiores de C2, C3 e C4 são ainda evidentes. Pelo menos um dos corpos de C3 e C4 possui o formato de retângulo vertical. Se não retângulo vertical, o corpo da outra vértebra cervical é um quadrado.

Figura 4.4 – Representação esquemática e radiográfica dos estágios de desenvolvimento das vértebras cervicais propostos por Bacetti et al. (2005)

Figura 4.5 – Realização do contorno das vértebras cervicais C2, C3 e C4, com a ferramenta laço do Adobe® Photoshop® CS6 para definição da fase de maturação das vértebras analisadas

4.2.1.3 Método de Mincer para estimativa de idade por meio do desenvolvimento do terceiro molar

O método de Demirjian modificado por Mincer et al. (1993) para estimar a idade com base no desenvolvimento do terceiro molar fundamenta-se no mesmo princípio de avaliação dos oito estágios (A – H) de desenvolvimento dentário proposto por Demirjian et al. (1973) para estimativa da idade com base no desenvolvimento dos sete dentes mandibulares, contudo é aplicado para o terceiro molar.

4.2.1.4 Aplicação dos índices radiográficos oro-cervicais

Após a avaliação de todas as radiografias e execução dos métodos anteriores, foram aplicados os dois (02) novos escores radiográficos oro-cervicais propostos por Lajolo et al. (2013). O Escore radiográfico oro-cervical simplificado (EROCS) resulta da soma da pontuação adotada para as três técnicas previamente aplicadas, sendo:

- A) Método de Demirjian para o cálculo da idade de sete dentes (MD)
- B) Método de maturação das vértebras cervicais para estimativa da idade óssea proposto por Baccetti (MMVC)
- C) Método de Mincer para estimativa da idade por meio do terceiro molar (MTM)

O segundo índice, intitulado Escore radiográfico oro-cervical simplificado sem terceiro molar (EROCSSTM), deriva-se da combinação de apenas dois primeiros métodos acima mencionados: MD e MMVC.

Os estágios de desenvolvimento correspondentes a cada método foram simplificados de modo a corresponderem a um valor numérico único. Para o MD, os estágios de A a G equivalem a zero (0) e o estágio H vale um (1) ponto. Para o MMVC, as fases de maturação cervical de I a III recebem o valor igual a zero (0), a fase IV é igual a um (1) e fases V e VI equivalem a dois (2) pontos. Por fim, para o MTM, os estágios A e B valem zero (0), os estágios de C a F recebem o valor de um

(1) ponto e os estágios G e H correspondem ao valor de dois (2) pontos. No caso do MD que avalia os estágios de desenvolvimento dentário para os sete dentes inferiores do lado esquerdo, cada dente terá um estágio correspondente. Sendo assim, deve-se selecionar o estágio de menor desenvolvimento dentário para então definir o valor da pontuação simplificada equivalente para este método.

Por conseguinte, ao realizar a soma dos valores referentes às pontuações simplificadas obtidas para cada método, obtêm-se os valores correspondentes aos índices radiográficos. Sendo o EROCS resultado da soma das pontuações simplificada dos três métodos, que pode variar de zero (0) a cinco (5). E o EROCSSTM resultado da adição da pontuação simplificada dos métodos MD e MMVC, que pode variar de zero (0) a três (3).

Com base nos valores simplificados dos escores radiográficos oro-cervicais, a amostra de estudo foi classificada em três (03) grupos (A, B e C) que devem ser representativos do aumento da idade cronológica. Sendo o grupo A para indivíduos com idades de 8 a 13,9 anos, o grupo B para adolescentes com idade correspondente ao intervalo de 14 a 17,9 anos e o grupo C para aqueles com idade variando de 18 a 24,9 anos. (Figura 4.6). Para comparar a classificação gerada pelos escores, as idades cronológicas da população estudada também foram distribuídas em grupos A, B e C para assim permitir a verificação da taxa de acerto da classificação fornecida pelos índices radiográficos.

Figura 4.6 – Os três métodos radiográficos de estimativa de idade com seus respectivos estágios e valores para obtenção da pontuação simplificada referente aos índices radiográficos propostos por Lajolo et al. (2013)

Método de estimativa da idade	Estágio de desenvolvimento dentário	Pontuação
Método de Demirjian para estimativa da idade de 7 dentes mandibulares	A a G	→ 0
	H	→ 1
Método de estimativa da idade por meio da maturação das vértebras cervicais	I a III	→ 0
	IV	→ 1
	V e VI	→ 2
Método de Demirjian modificado por Mincer para estimativa da idade de terceiros molares	A a B	→ 0
	C a F	→ 1
	G e H	→ 2

Escore radiográfico oro-cervical simplificado (EROCS)	Pontuação Simplificada
EROCS A (8 – 13,9 anos)	0 – 1
EROCS B (14 – 17,9 anos)	2 – 4
EROCS C (18 – 24,9 anos)	5

Escore radiográfico oro-cervical simplificado sem terceiro molar (EROCSSTM)	Pontuação Simplificada
EROCSSTM A (8 – 13,9 anos)	0 – 1
EROCSSTM B (14 – 17,9 anos)	2
EROCSSTM C (18 – 24,9 anos)	3

4.2.2 Fase II – Aplicação das equações de regressão para estimativa de idade

4.2.2.1 Aplicação das equações de Chaillet e Demirjian para estimativa de idade pelo exame dos dentes

Foram avaliados os oito (08) dentes (incisivo central a terceiro molar) inferiores do lado esquerdo conforme os oito (08) estágios estabelecidos por Demirjian et al. (1973) e foi atribuída a pontuação referente a maturação de cada dente (Tabelas 4.1 e 4.2). Para aprimorar a acurácia do método, Chaillet e Demirjian (2004) acrescentaram os estágios zero (0) e um (1). O chamado estágio de cripta, estágio 1, representa o tempo em que a cripta óssea é visível sem ainda conter o germe dentário em seu interior. Quando o dente ainda apresenta nenhum grau de mineralização e ausência de cripta, corresponde ao estágio zero (0).

Sendo o método baseado em modelos matemáticos de equações, os estágios definidos por letras (A – H) foram convertidos em números (2 – 9). Sendo assim, para cada dente existem dez (10) possíveis estágios (0 – 9).

Em seguida, realizou-se a soma da pontuação referente a cada um dos 08 dentes para obter a *Pontuação Total de Maturidade (S)*. O valor de S foi inserido nas fórmulas de regressão definidas por Chaillet e Demirjian (2004) para obtenção da idade estimada dos participantes do estudo:

$$\text{Idade (sexo masculino)} = (0,0000615 \times S^3) - (0,0106 \times S^2) + (0,6997 \times S) - 9,3178$$

$$\text{Idade (sexo feminino)} = (0,000055 \times S^3) - (0,0095 \times S^2) + (0,6479 \times S) - 8,4583$$

Tabela 4.1 – Pontuação para os estágios de maturidade dentária definidos por Demirjian et al. (1973) para o sexo masculino

Dente	Estágio									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3M	6,19	7,64	8,28	8,86	9,89	11,17	12,25	13,66	14,07	15,32
2M	1,7	2,98	3,41	4,74	4,88	6,69	7,89	9,08	11,13	13,63
1M						2,13	3,73	4,94	7	11,22
2PM		1,69	2,2	3,41	3,41	5,59	6,96	8,68	10,64	13,11
1PM			1,7	1,98	3,52	5,19	6,47	8,18	9,84	12,57
C				1,7	2,67	4,34	6,47	7,59	9,52	12,56
2I						2,55	4,71	5,75	6,97	10,91
1I						2,31	4,35	5,16	6,56	10,68

3M = Terceiro molar, 2M = Segundo molar, 1M = Primeiro molar, 2PM = Segundo pré-molar, 1PM = Primeiro pré-molar, C = canino, 2I = Incisivo lateral, 1I = Incisivo central.

Tabela 4.2 – Pontuação para os estágios de maturidade dentária definidos por Demirjian et al. (1973) para o sexo feminino

Dente	Estágio									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3M	6,4	7,74	8,92	9,31	10,22	11,04	12,65	13,77	14,45	16,65
2M		2,57		2,65	4,1	6,51	8	9,13	11	13,84
1M						2,58	3,25	4,25	6,88	10,94
2PM			2,43	3,43	3,83	5,75	6,81	8,7	10,8	12,79
1PM				2,56	3,54	5,09	6,31	8,09	9,82	12,29
C					2,55	3,15	5,4	7,19	9,22	11,99
2I						2,65	4,54	5,4	7,02	10,89
1I						2,58	3,1	5,02	6,66	10,61

3M = Terceiro molar, 2M = Segundo molar, 1M = Primeiro molar, 2PM = Segundo pré-molar, 1PM = Primeiro pré-molar, C = canino, 2I = Incisivo lateral, 1I = Incisivo central.

4.2.2.2 Aplicação das equações de Caldas para estimativa de idade pelo exame das vértebras cervicais

As telerradiografias laterais digitais foram avaliadas com o auxílio da ferramenta régua presente no programa Adobe®Photoshop® CS6 e, conforme preconiza a técnica, as seguintes medidas das vértebras cervicais foram realizadas: a altura anterior do corpo vertebral (AH), altura vertebral do corpo (H), altura posterior do corpo vertebral (PH) e o comprimento ântero-posterior do corpo vertebral (AP) na terceira e quarta vértebras cervicais (Figuras 4.7 e 4.8).

Figura 4.7 – Representação dos traçados e medidas das vértebras cervicais C3 e C4 a serem realizadas na telerradiografia lateral

Figura 4.8 – Realização das medidas das vértebras cervicais C3 e C4 com o auxílio da ferramenta régua no programa Adobe®Photoshop® CS6.

A fórmula para calcular a idade vertebral em brasileiros foi determinada por análise de regressão múltipla com a idade cronológica como variável dependente e as relações entre as medidas vertebrais AH, H, PH e AP como variáveis independentes (Caldas et al., 2007a). Desse modo, as fórmulas que foram aplicadas neste estudo para estimativa da idade óssea são:

$$\text{Idade (sexo masculino)} = 1,4892 + 11,3736 \times \text{AH}_3 / \text{AP}_3 + 4,8726 \times \text{H}_4 / \text{AP}_4$$

$$\text{Idade (sexo feminino)} = 1,3523 + 6,7691 \times \text{AH}_3 / \text{AP}_3 + 8,6408 \times \text{AH}_4 / \text{AP}_4$$

4.2.3 Fase de calibração dos examinadores

Antes de iniciar a análise das imagens radiográficas da pesquisa, os examinadores foram submetidos a um período de estudo, aprendizagem e aprimoramento das técnicas conforme as instruções metodológicas dos autores dos métodos, bem como realizaram um estudo piloto para visualizar o grau de reprodutibilidade das técnicas de estimativa de idade.

4.2.4 Análises intraexaminador e interexaminadores

O teste de concordância inter-examinadores do estudo das radiografias panorâmicas e telerradiografias fez uso de metodologia cega e dois examinadores independentes, previamente calibrados para aplicação dos métodos de estimativa de idade, de acordo com os estágios de mineralização dentária e os critérios de maturação das vértebras cervicais. O teste de concordância intraexaminador correspondeu a duas análises consecutivas de 10% da amostra total do estudo (51 participantes, 102 radiografias), com intervalo de uma semana. Para verificar a reprodutibilidade intra e interexaminadores utilizou-se como teste estatístico o coeficiente Kappa.

4.2.5 Análise estatística dos dados

Este é um estudo observacional transversal analítico que avaliou uma amostra populacional e fez uso de dados primários relacionados às variáveis de exposição qualitativas contínuas, categóricas ordinais (estágios de desenvolvimento dentário, ósseo e sexo) e variáveis quantitativas, tendo como variável de desfecho a idade cronológica.

Os dados para os cálculos estatísticos foram digitados no Programa Microsoft Excel e trabalhados pelo programa MedCalc (versão 16.4.3). Para verificar a confiabilidade dos índices radiográficos foi calculado o valor do coeficiente Kappa

para os dados intraexaminador e interexaminadores. Foi realizada uma estatística descritiva para apresentação da amostra estudada, com valores referentes à média, desvio padrão, valores mínimos e máximos. Também foram calculados os coeficientes de determinação (R^2) dos métodos de estimativa de idade aplicados, as taxas de acerto dos escores radiográficos e o Erro Quadrático Médio (EQM). O nível de significância dos testes realizados foi de 5%.

5 RESULTADOS

5.1 Caracterização da amostra

O estudo foi conduzido com uma amostra composta por 510 participantes (1020 imagens radiográficas: 510 radiografias panorâmicas, 510 telerradiografias), sendo 255 do sexo feminino e 255 do sexo masculino, distribuídos por idade (8 a 24,9 anos) e sexo (feminino e masculino) de modo a compor cada grupo etário com 30 indivíduos (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Distribuição da amostra por número de indivíduos, sexo, grupo etário e a média das idades cronológicas

Idade	n (Feminino)	Média (Anos)	n (Masculino)	Média (Anos)	n (Total)
08 - 8,9 anos	15	8,55	15	8,52	30
09 - 9,9 anos	15	9,42	15	9,47	30
10 - 10,9 anos	15	10,51	15	10,55	30
11 - 11,9 anos	15	11,43	15	11,44	30
12 - 12,9 anos	15	12,42	15	12,40	30
13 - 13,9 anos	15	13,44	15	13,44	30
14 - 14,9 anos	15	14,47	15	14,47	30
15 - 15,9 anos	15	15,55	15	15,56	30
16 - 16,9 anos	15	16,48	15	16,47	30
17 - 17,9 anos	15	17,35	15	17,30	30
18 - 18,9 anos	15	18,45	15	18,45	30
19 - 19,9 anos	15	19,53	15	19,57	30
20 - 20,9 anos	15	20,48	15	20,47	30
21 - 21,9 anos	15	21,49	15	21,46	30
22 - 22,9 anos	15	22,47	15	22,47	30
23 - 23,9 anos	15	23,42	15	23,41	30
24 - 24,9 anos	15	24,48	15	24,46	30
Total	255	16,47	255	16,46	510

5.2 Concordância dos índices radiográficos entre examinadores

Para avaliar a reprodutibilidade intraexaminador e interexaminadores, dos índices radiográficos propostos por Lajolo et al. (2013), foram realizados os testes de confiabilidade, por meio do teste Kappa.

A confiabilidade geral intra e interexaminadores para o escore radiográfico oro-cervical simplificado (EROCS) foi de 0,91 ($p < 0,001$) e 0,85 ($p < 0,001$), respectivamente. Para o escore radiográfico oro-cervical simplificado sem terceiro molar (EROCSSTM), o Kappa intraexaminador foi igual a 0,83 ($p < 0,001$) e o interexaminador equivalente a 0,73 ($p < 0,001$) (Tabela 5.2).

Tabela 5.2 – Resultados do Kappa geral na análise intraexaminador e interexaminadores - EROCS e EROCSSTM

	Kappa Geral	P-valor	IC 95%
EROCS			
Intraexaminador	0,91	< 0,001	1,0 – 0,71
Interexaminadores	0,85	< 0,001	1,0 – 0,66
EROCSSTM			
Intraexaminador	0,83	< 0,001	1,0 – 0,61
Interexaminadores	0,73	< 0,001	0,92 – 0,53

EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar

Ao avaliar detalhadamente o valor do teste Kappa para os grupos etários: A (8-13,9 anos), B (14-17,9 anos) e C (18 a 24,9 anos), na análise intraexaminador, observou-se maior concordância para o grupo A (EROCS: kappa = 0,95;

EROCSSTM: kappa = 0,96), seguido pelo grupo C (EROCS: kappa = 0,91; EROCSSTM: kappa = 0,80) (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Resultados do Kappa por categoria na análise intraexaminador – EROCS e EROCSSTM

	EROCS		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Kappa da categoria	0,95	0,87	0,91
P-valor	< 0,001	< 0,001	< 0,001
IC – 95%	1,0 – 0,67	1,0 – 0,60	1,0 -0,64

	EROCSSTM		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Kappa da categoria	0,96	0,56	0,80
P-valor	< 0,001	< 0,001	< 0,001
IC – 95%	1,0 – 0,68	0,81 – 0,32	1,0 -0,54

Grupo A = 8 – 13,9 anos, Grupo B = 14 – 17,9 anos, Grupo C = 18 – 24,9 anos, EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar

Na investigação interexaminadores, o grupo A apresentou valores de Kappa iguais a 0,95 (EROCS) e 0,93 (EROCSSTM). O grupo B exibiu uma concordância de 0,80 (EROCS) e 0,50 (EROCSSTM), sendo este último o menor valor de Kappa obtido (Tabela 5.4).

Tabela 5.4 – Resultados do Kappa por categoria na análise interexaminadores – EROCS e EROCSSTM

	EROCS		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Kappa da categoria	0,95	0,80	0,80
P-valor	< 0,001	< 0,001	< 0,001
IC – 95%	1,0 – 0,68	1 – 0,53	1 – 0,54
	EROCSSTM		
	Grupo A	Grupo B	Grupo C
Kappa da categoria	0,92	0,50	0,71
P-valor	< 0,001	0,002	< 0,001
IC – 95%	1,0 – 0,65	0,77 – 0,23	0,98 – 0,44

Grupo A = 8 – 13,9 anos, Grupo B = 14 – 17,9 anos, Grupo C = 18 – 24,9 anos, EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar

5.3 Resultados da aplicação dos índices radiográficos

Para verificar o desempenho dos índices radiográficos (EROCS e EROCSSTM) para cada grupo etário, observou-se previamente a distribuição dos estágios referentes aos três métodos que originaram os escores: MD, MMVC e MTM.

5.3.1 Resultados da aplicação dos índices radiográficos – Método de Demirjian para os sete dentes inferiores

Observou-se que o aumento do nível dos estágios de Demirjian foi acompanhado pelo aumento da idade real dos indivíduos (Figura 5.1). Ao avaliar o MD para o EROCS, o grupo A (8 a 13,9 anos) apresentou o estágio D (3,5%), como o menor estágio de Demirjian para os sete dentes; o grupo B (14 a 17,9 anos) exibiu os estágios E, F e H; e o grupo C (18 a 24,9 anos) apresentou apenas os estágios G e H. Para o EROCSSTM, a distribuição dos estágios do MD aproximou-se da distribuição baseada na idade real (Tabela 5.5).

Figura 5.1 - Boxplot da relação entre a idade cronológica com o método de Demirjian (MD) para os sete dentes inferiores

Tabela 5.5 – Distribuição da amostra de acordo com os estágios do Método de Demirjian et al. (1973) aplicado nos sete dentes inferiores (esquerdo) para o EROCS, EROCSSTM e idade real

EROCS

Método de Demirjian	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Total
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	18	0	0	18 (3,5%)
E	42	6	0	48 (9,4%)
F	33	23	0	56 (11,0%)
G	5	0	156	75 (14,7%)
H	0	157	156	313 (61,4%)
Total	98 (19,2%)	256 (50,2%)	312 (30,6%)	510

EROCSSTM

Método de Demirjian	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Total
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	18	0	0	18 (3,5%)
E	47	1	0	48 (9,4%)
F	53	3	0	56 (11,0%)
G	49	26	0	75 (14,7%)
H	0	84	229	313 (61,4%)
Total	167 (32,7%)	114 (22,4%)	229 (44,9%)	510

IDADE REAL

Método de Demirjian	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Total
A	0	0	0	0
B	0	0	0	0
C	0	0	0	0
D	18	0	0	18 (3,5%)
E	48	0	0	48 (9,4%)
F	55	1	0	56 (11,0%)
G	48	23	4	75 (14,7%)
H	11	98	204	313 (61,4%)
Total	180 (35,3%)	122 (23,9%)	208 (40,8%)	510

Grupo A = 8 – 13,9 anos, Grupo B = 14 – 17,9 anos, Grupo C = 18 – 24,9 anos, EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar

5.3.2 Resultados da aplicação dos índices radiográficos – Método de Bacceti para maturação das vértebras cervicais

Verificando a Figura 5.2, nota-se que, assim como no método anterior, o aumento do nível dos estágios de desenvolvimento das vértebras cervicais foi acompanhado do aumento da idade cronológica dos indivíduos. Ao examinar as caixas do *boxplot*, observa-se que caixas maiores indicam maior dispersão dos valores de idade para um determinado estágio da vértebra cervical. Por exemplo, para o estágio IV é possível observar valores de idade real, aproximadamente, de 12 até 18 anos.

Figura 5.2 – Boxplot da relação entre a idade cronológica com o método de maturação das vértebras cervicais (MMVC)

Analisando o MMVC para o EROCS, o grupo A apresentou estágios de I ao IV que representou 19,2% dos participantes de 8 a 13,9 anos; o grupo B exibiu os estágios II, IV, V e VI caracterizando 50,2% dos participantes de 14 a 17,9 anos; e o grupo C apresentou apenas os estágios V e VI para os indivíduos de 18 a 24,9 anos. Para o EROCSSTM, o grupo A apresentou os estágios de maturação das vértebras

de I a IV representando 32,7% da amostra total do estudo, os estágios II, IV, V e VI foram observados no grupo B retratando 22,4% dos participantes, e os estágios V e VI foram verificados nos indivíduos do grupo C, sendo este composto por 44,9% dos indivíduos (Tabela 5.6).

Tabela 5.6 – Distribuição da amostra de acordo com os estágios de maturação das vértebras cervicais estabelecidos pelo Método de Baccetti et al. (2005) para o EROCS, EROCSSTM e idade real

EROCS				
Método de Baccetti	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Total
I	1	0	0	1 (0,2%)
II	29	1	0	30 (5,9%)
III	54	0	0	54 (10,6%)
IV	14	153	0	167 (32,7%)
V	0	96	131	227 (44,5%)
VI	0	6	25	31 (6,1%)
Total	98 (19,2%)	256 (50,2%)	156 (30,6%)	510

EROCSSTM

Método de Baccetti	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Total
I	1	0	0	1 (0,2%)
II	29	1	0	30 (5,9%)
III	54	0	0	54 (10,6%)
IV	83	84	0	167 (32,7%)
V	0	28	199	227 (44,5%)
VI	0	1	30	31 (6,1%)
Total	167 (32,7%)	114 (22,4%)	229 (44,9%)	510

IDADE REAL

Método de Baccetti	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Total
I	1	0	0	1 (0,2%)
II	29	0	1	30 (5,9%)
III	53	1	0	54 (10,6%)
IV	76	46	45	167 (32,7%)
V	19	68	140	226 (44,5%)
VI	2	7	22	31 (6,1%)
Total	180 (35,3%)	122 (23,9%)	208 (40,8%)	510

Grupo A = 8 – 13,9 anos, Grupo B = 14 – 17,9 anos, Grupo C = 18 – 24,9 anos, EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar

5.3.3 Resultados da aplicação dos índices radiográficos – Método de Mincer para maturação do terceiro molar

O aumento do nível dos estágios foi acompanhado do aumento da idade real dos indivíduos, principalmente a partir do estágio D, em que há uma relação praticamente linear entre as variáveis (Figura 5.3).

Figura 5.3 - Boxplot da relação entre a idade cronológica com o método de maturação do terceiro molar (MMT)

Os resultados referentes à distribuição dos estágios de desenvolvimento do terceiro molar para o EROCS e idade real estão apresentados na Tabela 5.7. O grupo A apresentou os estágios A, B, C, D, E, e F. O grupo B apenas não apresentou o estágio B de Demirjian. O grupo C apresentou apenas os estágios G e H, contudo no grupo C da idade real, é possível observar indivíduos com o terceiro molar em estágios de D a H.

Tabela 5.7 – Distribuição da amostra de acordo com o método de Demirjian modificado por Mincer et al. (1993) ao avaliar o terceiro molar para o EROCS e idade real

EROCS				
Método de Mincer	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Total
A	44	1	0	45 (8,8%)
B	19	0	0	19 (3,7%)
C	11	9	0	20 (3,9%)
D	22	90	0	112 (22,0%)
E	1	53	0	54 (10,6%)
F	1	56	0	57 (11,2%)
G	0	18	47	65 (12,7%)
H	0	29	109	138 (27,1%)
Total	98 (19,2%)	256 (50,2%)	156 (30,6%)	510

IDADE REAL

Método de Mincer	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Total
A	45	0	0	45 (8,8%)
B	19	0	0	19 (3,7%)
C	19	1	0	20 (3,9%)
D	80	28	4	112 (22,0%)
E	16	30	8	54 (10,6%)
F	1	40	16	57 (11,2%)
G	0	20	45	65 (12,7%)
H	0	3	135	138 (27,1%)
Total	180 (35,3%)	122 (23,9%)	208 (40,8%)	510

Grupo A = 8 – 13,9 anos, Grupo B = 14 – 17,9 anos, Grupo C = 18 – 24,9 anos, EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar

5.3.4 Resultados da aplicação dos índices radiográficos – EROCS e EROCSSTM

As características da população estudada e sua distribuição com base nas idades reais, no EROCS e EROCSSTM são apresentadas na Tabela 5.8. É possível constatar que o EROCSSTM apresentou uma distribuição dos indivíduos nos grupos A, B e C mais semelhante às idades reais quando comparado ao EROCS. Porém, as médias das idades estimadas pelo EROCS ficaram mais próximas das médias das idades reais.

Tabela 5.8 – Caracterização da amostra estudada por grupo de idade cronológica, EROCS e EROCSSTM

	N	Média	DP	Mínimo	Máximo
Grupo Idade Real A	180	10,970	1,6979	8,000	13,920
Grupo Idade Real B	120	15,991	1,1265	14,000	17,920
Grupo Idade Real C	210	21,510	1,9905	18,000	24,920
EROCS A	98	10,003	1,4052	8,000	14,000
EROCS B	256	15,976	3,6285	9,170	24,830
EROCS C	156	21,342	2,3187	15,830	24,920
EROCSSTM A	167	11,092	2,1303	8,000	19,420
EROCSSTM B	114	17,393	3,8411	9,580	24,830
EROCSSTM C	229	19,933	3,0727	12,750	24,920

A = 8 – 13,9 anos, B = 14 – 17,9 anos, C = 18 – 24,9 anos, DP = Desvio Padrão, EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar

Os resultados da simplificação dos métodos de estimativa (MD, MMVC e MTM) pelos escores radiográficos estão apresentados na tabela 5.9. A taxa de acerto ao aplicar o EROCS foi igual a 54% para o grupo de 8 a 13,9 anos, 86,8% para os indivíduos de 14 a 17,9 anos e 67,8% para o grupo de 18 a 24,9 anos. Totalizando 67,4% de acerto ao aplicar o EROCS. No que tange o EROCSSTM, para o grupo A, a taxa de acerto do método foi de 85%, 38,5% para o grupo B e 77,4% para o grupo C. Sendo assim, a taxa de acerto geral do EROCSSTM foi igual a 70,8%.

Tabela 5.9 – Distribuição da amostra com base na relação EROCS e idade real, bem como EROCSSTM e idade real

EROCS	IDADE REAL			
	A	B	C	
A	97	1	0	98
B	83	106	67	256
C	0	15	141	156
Total	180	122	208	510
Taxa de Acerto	54%	86,8%	67,8%	67,4%

EROCSSTM	IDADE REAL			
	A	B	C	
A	153	12	2	167
B	22	47	45	114
C	5	63	161	229
Total	180	122	208	510
Taxa de Acerto	85%	38,5%	77,4%	70,8%

Grupo A = 8 – 13,9 anos, Grupo B = 14 – 17,9 anos, Grupo C = 18 – 24,9 anos, EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar.

Ao avaliar os resultados do EROCS para os sexos feminino e masculino, nota-se que a taxa de acerto geral foi maior para o sexo masculino (70,7%), apenas para o grupo B o sexo feminino apresentou 90,3% de acerto contra 83,3% do sexo masculino (Tabela 5.10).

Tabela 5.10 – Distribuição da amostra com base na relação EROCS e idade real para os sexos feminino e masculino

EROCS (Feminino)	IDADE REAL			Total
	A	B	C	
A	42	0	0	42
B	48	56	37	141
C	0	6	65	71
Total	90	62	102	254
Taxa de Acerto	46,6%	90,3%	63,7%	64,2%

EROCS (Masculino)	IDADE REAL			Total
	A	B	C	
A	55	1	0	56
B	35	50	30	115
C	0	9	76	85
Total	90	60	106	256
Taxa de Acerto	61,1%	83,3%	71,7%	70,7%

Grupo A = 8 – 13,9 anos, Grupo B = 14 – 17,9 anos, Grupo C = 18 – 24,9 anos, EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar.

Analisando os resultados do EROCSSTM para os sexos feminino e masculino, nota-se que os homens apresentaram uma maior taxa de acerto em todos os grupos etários (A, B e C), sendo o acerto total do método igual a 75,4% para o sexo masculino e 66,1% para o sexo feminino (Tabela 5.11).

Ao comparar os resultados dos EROCS e EROCSSTM (Tabelas 5.9, 5.10 e 5.11), constata-se que de modo geral o EROCSSTM apresentou desempenho superior ao EROCS. Contudo, observando exclusivamente o grupo B (14 a 17,9 anos), o EROCS apresentou melhores resultados o que demonstrou a importância da análise dos estágios de desenvolvimento do terceiro molar para os indivíduos de 14 a 18 anos de idade.

Tabela 5.11 – Distribuição da amostra com base na relação EROCSSTM e idade real para os sexos feminino e masculino

EROCSSTM (Feminino)	IDADE REAL			Total
	A	B	C	
A	67	2	0	69
B	18	23	24	65
C	5	37	78	120
Total	90	62	102	254
Taxa de Acerto	74,4%	37,1%	76,5%	66,1%

EROCSSTM (Masculino)	IDADE REAL			Total
	A	B	C	
A	86	10	2	98
B	4	24	21	49
C	0	26	83	109
Total	90	60	106	256
Taxa de Acerto	95,5%	40%	78,3%	75,4%

Grupo A = 8 – 13,9 anos, Grupo B = 14 – 17,9 anos, Grupo C = 18 – 24,9 anos, EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar.

5.3.5 Resultados da aplicação dos índices radiográficos – coeficientes de determinação dos métodos de estimativa de idade

Para conhecer quanto da variabilidade da idade cronológica foi explicada pelos métodos de estimativa da idade, foi feito o cálculo dos coeficientes de determinação ajustados. O valor de R^2 do MD foi de 69%, maior que o valor de 46% encontrado para o MMVC. O método que observou os estágios de maturação do terceiro molar apresentou o melhor valor para o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,83$). Para os índices radiográficos que associaram os métodos anteriormente

citados, o valor de R^2 para o EROCS foi igual a 0,64 e para o EROCSSTM foi de 0,62 (Tabela 5.12).

Tabela 5.12 – Resultados referentes ao cálculo do coeficiente de determinação (R^2) para os métodos de estimativa de idade aplicados na amostra estudada

Métodos de estimativa da idade	Coeficiente de determinação (R^2)
MD	0,69
MMVC	0,46
MTM	0,83
EROCS	0,64
EROCSSTM	0,62

MD = Método de Demirjian, MMVC = Método de maturação das vértebras cervicais, MTM = Método para o terceiro molar, EROCS = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado, EROCSSTM = Escore Radiográfico Oro-cervical Simplificado Sem Terceiro Molar.

5.4 Resultados referentes à aplicação das equações de regressão para estimativa de idade

Ao aplicar as equações de estimativa d2 idade elaboradas por Chaillet e Demirjian (2004) em toda a amostra selecionada no estudo (510 participantes), observou-se que o limite máximo de predição da idade por esta técnica ficou em torno dos 16 anos de idade. Para o método de Caldas et al. (2007a), os valores máximos das idades estimadas ficaram em torno dos 19 anos. Isto posto, apesar de termos aplicado as equações para toda amostra (8-24,9 anos), ao analisar os dados obtidos selecionamos o grupo correspondente a faixa etária de 8 a 18 anos de idade (300 indivíduos).

A comparação entre a idade real com as idades estimadas pelas equações de Chaillet e Demirjian (2004), para os oito dentes inferiores do lado esquerdo, e as equações de Caldas et al. (2007a), para as medidas das vértebras cervicais, foi feita com uso do Erro Quadrático Médio (EQM) de cada método, calculado como:

$$EQM = \frac{1}{n} \sum (Idade Real - Idade predita pela equação)^2$$

O EQM para as equações de Chaillet e Demirjian (2004) foi de 1,65. Ao aplicar a raiz quadrada ($\sqrt{}$) desse valor obteve-se o Erro Médio (EM) que foi igual a 1,29; ou seja, em média, o método apresentou um erro de 1,3 anos. Para as equações elaboradas por Caldas et al. (2007a) O EQM foi de 3,57. A raiz desse valor é 1,89; ou seja, o EM foi igual a 1,9 anos para mais ou para menos da idade real.

Com a proposta de elaborar novas equações para estimativa da idade, utilizou-se um modelo de regressão linear tendo como variável resposta a idade cronológica e como variáveis independentes àquelas adotadas por Caldas et al. (2007a) e Chaillet e Demirjian (2004), além de suas interações com a variável sexo. Os parâmetros estimados do modelo final encontram-se na Tabela 5.13.

Tabela 5.13 – Resultados dos parâmetros estimados para o novo modelo proposto para estimativa de idade associando dados dentários e medidas das vértebras cervicais

Coefficientes estimados	Estimativa	Erro Padrão	Valor t	P valor
Intercepto: Sexo Feminino	-95,790	33,750	-2,838	0,005
(AH3 / AP3)	1,699	0,766	2,217	0,027
(AH4 / AP4)	2,681	0,994	2,696	0,007
(Valor de S ³)	0,0003	0,000	3,772	0,000
(Valor de S ²)	-0,058	0,017	-3,438	0,001
(Valor de S)	4,202	1,313	3,200	0,002
Intercepto: Sexo Masculino	67,010	40,280	1,664	0,097
(AH3 / AP3)	1,699	0,766	2,217	0,027
(AH4 / AP4)	-2,208	1,166	-1,894	0,059
(Valor de S ³)	-0,0002	0,000	-1,931	0,054
(Valor de S ²)	0,037	0,020	1,840	0,067
(Valor de S)	-2,732	1,576	-1,733	0,084

AH3 = altura anterior do corpo vertebral da terceira vértebra, AP3 = comprimento ântero-posterior do corpo vertebral da terceira vértebra; AH4 = altura anterior do corpo vertebral da quarta vértebra, AP4 = comprimento ântero-posterior do corpo vertebral da quarta vértebra, Valor de S = Pontuação total de maturidade dos oito dentes inferiores.

As novas equações elaboradas a partir da combinação de variáveis obtidas por medidas dentárias e das vértebras cervicais, são:

$$\text{Idade cronológica (sexo feminino)} = - 95,790 + 1,699 \times (\text{AH3/AP3}) + 2,681 \times (\text{AH4/AP4}) + 0,0003 \times (\text{valor de } S^3) - 0,058 \times (\text{valor de } S^2) + 4,202 \times (\text{valor de } S).$$

$$\text{Idade cronológica (sexo masculino)} = - 27,780 + 1,699 \times (\text{AH3/AP3}) + 0,473 \times (\text{AH4/AP4}) + 0,0001 \times (\text{valor de } S^3) - 0,020 \times (\text{valor de } S^2) + 1,470 \times (\text{valor de } S).$$

Para este novo modelo proposto, o EQM foi de 1,016; sendo a raiz quadrada deste valor igual 1,008 anos. Desse modo, as novas equações elaboradas neste estudo apresentaram um erro, em média, de 01 ano para mais ou para menos (Tabela 5.14).

Tabela 5.14 – Resultados referentes aos valores de Erro quadrático médio (EQM) e Erro médio (EM) das equações de estimativa de idade aplicadas no estudo

Faixa etária	Equações de Chaillet e Demirjian (2004)		Equações de Caldas et al. (2007a)		Equações com associação dos métodos	
	EQM	EM	EQM	EM	EQM	EM
8 – 18 anos (n = 300)	1,65	1,29	3,57	1,89	1,01	1,00

EQM = Erro Quadrático Médio; EM = Erro Médio.

6 DISCUSSÃO

Os métodos de estimativa de idade para indivíduos jovens consistem no estudo de características dentárias e ósseas, com o intuito de atingir resultados o mais próximo possível da idade cronológica. O estudo de estruturas do corpo humano norteia-se na determinação e quantificação dos acontecimentos que transcorrem durante os processos de crescimento e de maturação, uma vez que comumente apresentam uma sequência lógica e constante passível de avaliação (Corral et al., 2010; Rai et al., 2014).

Frequentemente, os dentes e as vértebras cervicais são avaliados separadamente, e os primeiros estudos que analisaram estas regiões em conjunto destacaram a importância do uso de ambos para avaliação da idade e novos trabalhos foram desenvolvidos (Chen et al., 2010; Różyło-Kalinowska et al., 2011; Timmins et al., 2012; Thevissen et al., 2012; Valizadeh et al., 2012; Lajolo et al., 2013; Cossellu et al., 2014; Cericato et al., 2016). Entre esses, destaca-se o estudo piloto conduzido por Lajolo et al. (2013) o qual avaliou 60 italianos caucasianos a fim de verificar a correlação entre a idade cronológica e dois novos índices radiográficos oro-cervicais (EROCS e EROCSSTM) derivados a partir da combinação de métodos radiográficos para estimativa da idade (MD, MMVC e MTM), já consolidados na literatura científica. Os autores apresentaram como o resultado principal da pesquisa a correlação estatisticamente significativa entre idade cronológica e o EROCS ($R^2 = 0,79$; $p < 0,001$). O índice EROCSSTM também foi significativamente correlacionado com a idade real ($R^2 = 0,77$; $p < 0,001$), embora o EROCSSTM tenha apresentado um desempenho inferior ao EROCS. No presente estudo, realizado com uma amostra composta por 510 brasileiros, o coeficiente de determinação entre o EROCS e a idade real foi igual a 0,64 ($p < 0,001$), para o EROCSSTM foi de 0,62 ($p < 0,001$), ou seja, a correlação foi menor que a observada no estudo de Lajolo et al. (2013).

Ao verificar os coeficientes de determinação (R^2) para cada um dos três métodos aplicados que deram origem aos índices radiográficos, observou-se que o terceiro molar foi a estrutura avaliada que melhor explicou a variabilidade da idade cronológica, com o valor de R^2 igual a 0,83, seguido pelo método de Demirjian que avaliou os sete dentes inferiores ($R^2 = 0,69$), e por último, o método de maturação

das vértebras cervicais ($R^2 = 0,46$). No estudo de Thevissen et al. (2012) também foi avaliado o desenvolvimento cervical pelo método de Baccetti et al. (2005) e o valor do coeficiente de determinação foi igual a 0,58. Diferente dos achados do nosso estudo, Bassed et al. (2011) ao analisar o desenvolvimento do terceiro molar, obtiveram valores menores para o coeficiente de determinação, sendo o R^2 igual a 0,47 (sexo masculino) e 0,48 (sexo feminino); no mesmo trabalho, a estrutura que melhor explicou a variabilidade da idade real foi a clavícula (homens: $R^2 = 0,60$; mulheres: $R^2 = 0,77$). Já o artigo publicado por Olze et al. (2005a) examinou diferentes classificações de maturação dos dentes para estimativa da idade, dentre eles: Gleiser e Hunt (1955), Kullman et al. (1922), Demirjian et al. (1973), Gustafson e Koch (1974), Harris e Nortje (1984). Ao fim, concluíram que os estágios de A-H definidos por Demirjian deveriam ser utilizados para estimativa da idade real, porque apresentaram a maior correlação com a idade cronológica.

Conforme os achados deste estudo, a maturação dentária foi de maior relevância para predição da idade real quando comparada com a maturação das vértebras cervicais. Segundo Ardakani et al. (2007) e Panchbhai et al. (2011), os métodos dentários são mais apropriados que o métodos relacionados com o desenvolvimento ósseo, porquanto a mineralização dos dentes é controlada diretamente pela carga genética e sofre menos influência de fatores ambientais. Além disso, os dentes seriam menos susceptíveis a mudanças nutricionais, hormonais e patológicas, especialmente crianças e adolescentes em desenvolvimento.

No artigo de Lajolo et al. (2013), não foi avaliada a confiabilidade intra e interexaminadores dos índices radiográficos, sendo esta umas das limitações apresentada pelos autores, bem como uma recomendação para as pesquisas futuras. No presente estudo, foram realizados os testes de reprodutibilidade do método e observou-se que o EROCS apresentou uma excelente concordância intraexaminador (Kappa = 0,91) e interexaminadores (Kappa = 0,85). Ao avaliar os valores de concordância das categorias A, B e C, na análise intraexaminador, nota-se que o valor de Kappa variou de 0,95 para o grupo A, a 0,87 para o grupo B, sendo este o de maior discordância. Na avaliação interexaminadores, o valor de Kappa variou de 0,95 (grupo A) a 0,8 (grupos B e C).

Para o EROCSSTM, também houve uma concordância satisfatória, com um valor de Kappa igual a 0,83 no exame intraexaminador e 0,73 para a avaliação

interexaminadores. Ao observar os valores de Kappa para as categorias A, B e C, destaca-se que no exame intraexaminador o grupo A apresentou um Kappa de 0,96 e na avaliação interexaminadores igual a 0,92. Contudo, para o grupo B o valor foi igual a 0,56 no exame intraexaminador e 0,50 a concordância interexaminadores. Logo, o grupo B foi o de maior discordância quando comparado aos valores de concordância obtidos para os grupos A e C, certamente devido a variabilidade dos estágios de desenvolvimento dentário e ósseo de indivíduos na faixa etária de 14 a 17,9 anos. Diante dos resultados referentes à concordância entre examinadores, notou-se que os índices radiográficos são reprodutíveis, simples e confiáveis após um treinamento adequado para a aplicação das técnicas de estimativa da idade.

Ao considerar a distribuição de cada um dos indivíduos nos grupos de 8 a 13,9 anos (grupo A), de 14 a 17,9 anos (grupo B) e de 18 a 24,9 anos (grupo C) de acordo com o índice EROCS, no trabalho de Lajolo et al. (2013), apenas uma pessoa de idade real compatível com a faixa etária de 8 a 13,9 anos foi identificada como pertencente ao grupo B, indicando uma idade mais avançada para aquele indivíduo e demonstrando uma alta confiabilidade do índice devido principalmente às informações do método de Demirjian et al. (1973), que exibiu bons resultados em indivíduos jovens. Contudo, em nosso estudo, a taxa de acerto para o grupo A do EROCS foi de 54%, com muitos indivíduos sendo considerados do grupo B, o que denotou uma superestimativa da idade das crianças e adolescentes de 8 a 13,9 anos, possivelmente decorrente da aplicação do método de Mincer et al. (1993) para o terceiro molar o qual, muitas vezes, se apresentou em estágio avançado de desenvolvimento compatível com idade superior a idade real da criança ou adolescente. Aynsley-Green et al. (2012) destacaram a possibilidade de atribuir uma idade mais avançada para indivíduos que apresentavam uma maturação precoce e, no entanto, com idade real inferior ao seu estágio de desenvolvimento.

No estudo piloto com italianos (Lajolo et al., 2013), o EROCS subestimou a idade de pessoas de 18 a 24,9 anos classificando-as no grupo B, contudo, não houve indivíduos com idade real entre 14 e 17,9 anos classificado incorretamente como grupo C. Neste estudo com brasileiros, também se constatou uma subestimativa da idade de jovens com idade cronológica de 18 a 24,9 anos que foram classificados como grupo B, sendo a taxa de acerto referente ao grupo C igual a 67,8%, maior que a observada para o grupo A. A maior taxa de acerto do EROCS em brasileiros foi verificada para o grupo B, sendo esta igual a 86,8%. De modo

geral, o EROCS apresentou uma taxa de acerto total de 67,4% na amostra brasileira.

Ao avaliar o índice radiográfico EROCSSTM que associa apenas dois métodos de estimativa de idade, na amostra de italianos todos os indivíduos de 8 a 14,9 anos foram identificados corretamente como grupo A, indicando alta confiabilidade ao analisar indivíduos mais jovens. Para brasileiros, a taxa de acerto do EROCSSTM para o grupo A (8 a 13,9 anos) foi igual a 85%, sendo superior aos 54% de acerto do EROCS e confirmando a hipótese de que em muitos casos a avaliação do estágio de desenvolvimento do terceiro molar propicia uma superestimativa da idade real por este já apresentar um estágio avançado de maturação. No índice que não avaliou o terceiro molar, o EROCSSTM, observou-se melhores resultados para a taxa de acerto.

Ao observar o grupo B (14 a 17,9 anos) do EROCSSTM em italianos, constatou-se superestimativa e subestimativa da idade de alguns adolescentes. Em brasileiros, a menor taxa de acerto de todo o estudo foi observada para o grupo B do EROCSSTM, sendo esta igual a 38,5%, também apresentando casos de subestimativa e superestimativa (em maior número) da idade dos jovens de 14 a 17,9 anos. É salutar destacar que para o grupo B do EROCS o acerto foi maior que o mesmo grupo B do EROCSSTM, o que sugere a importância da avaliação da mineralização do terceiro molar para a faixa etária de 14 a 17,9 anos. Quanto ao grupo C do EROCSSTM, a taxa de acerto foi de 77,4% com casos de indivíduos classificados no grupo B e poucos no grupo A. No estudo piloto de Lajolo et al. (2013), também houve subestimativa das idades de jovens de 18 a 24,9 anos. Esses achados podem ser explicados, uma vez que a amostra do estudo foi extremamente abrangente ao considerar indivíduos até 24,9 anos de idade, sabendo-se que o desenvolvimento dos dentes e ossos é limitado, muitos indivíduos da amostra já haviam atingido a maturidade máxima.

Uma possibilidade de aprimorar os resultados para os indivíduos com idade superior aos 18 anos seria avaliar o progresso da ossificação da clavícula, uma vez que esta estrutura óssea finaliza seu desenvolvimento depois dos 21 anos de idade (Schmeling et al., 2006). A epífise clavicular pode ser examinada facilmente no osso seco ou por meio de exames de imagem, sendo a tomografia computadorizada o mais indicado (Wittschieber et al., 2015; Langley, 2016). Gelbrich et al. (2015) propõem examinar os terceiros molares e a clavícula quando é um caso referente ao

limite de idade de 18 ou 21 anos, de modo que a combinação destes dois métodos apresenta melhores resultados. Todavia, o fator complicador para o estudo da clavícula reside na dificuldade para obter um conjunto de imagens de indivíduos vivos com idades cronológicas conhecidas que por indicação clínica tenham sido submetidos a exames de imagem da região da clavícula.

Em geral, a taxa de acerto do EROCSSTM foi de 70,8% para brasileiros, apresentando um melhor desempenho quando comparado ao EROCS, o qual apresentou 67,4% de acerto total. Desse modo, o EROCSSTM apresentou melhor desempenho que o EROCS. Contudo, para o grupo de 14 a 17,9 anos foi essencial a associação dos três métodos de estimativa de idade, pois as taxas de acerto foram elevadas ao avaliar o desenvolvimento do terceiro molar, dos sete dentes mandibulares e das vértebras cervicais. De acordo com Martrille et al. (2007), é recomendado utilizar o maior número de indicadores dentários e esqueléticos para estimar a idade real, entretanto, a fim de elevar o potencial de cada método, na avaliação final deve-se considerar o método ou os métodos que têm maior acerto para uma determinada faixa etária.

Ao verificar a distribuição da amostra de acordo com os índices radiográficos e o sexo, tem-se que o EROCS apresentou um acerto total de 64,2% para o sexo feminino, sendo este menor que a taxa de 70,7% referente ao acerto do sexo masculino. Em relação ao EROCS, o sexo feminino apresentou melhor desempenho quando comparado com o sexo masculino apenas para o grupo de B (14 a 17,9 anos) sendo as taxas de acerto iguais a 90,3% e 83,3%, respectivamente.

Para o EROCSSTM, o sexo masculino apresentou uma taxa de acerto geral igual a 75,4%, e o sexo feminino obteve uma taxa de acerto menor equivalente a 66,1%. Em todos os grupos etários – A, B e C – os meninos exibiram melhores resultados que as meninas. Destaca-se o grupo de 08 a 13,9 anos no qual as meninas apresentaram um acerto de 74,4%, pois houve superestimativa da idade cronológica e outras meninas foram classificadas nos grupos B e C, ao passo que o sexo masculino revelou a maior taxa de acerto (95,5%), com poucos casos de meninos classificados no grupo B enquanto apresentavam idade real referente ao grupo A. Ou seja, para o EROCS e o EROCSSTM o sexo masculino apresentou os melhores resultados. As mulheres apresentaram os maiores casos de superestimativa das suas idades e por isso exibiram menores taxas de acerto que os homens, uma possível explicação são os fatores hormonais que resultam em uma

maturação anterior do sexo feminino gerando uma idade estimada superior a idade real (Lajolo et al., 2013). Estes achados corroboram com os resultados de Timiis et al. (2012) e Thevissen et al. (2012), nos quais todas as variáveis estudadas para estimativa de idade apresentaram melhor desempenho para os homens que para as mulheres, dado que o sexo feminino atingiu os estágios de maturação anteriormente ao sexo masculino.

Seguindo as orientações de estudos anteriores (Prince; Konigsberg, 2008; Liversidge et al., 2010; Różyło-Kalinowska et al., 2011) para aperfeiçoamento do desempenho das pesquisas em estimativa de idade, a amostra estudada foi constituída por indivíduos dos sexos feminino e masculino distribuídos em grupos etários com o mesmo número de pessoas de modo a compor um grupo amostral homogêneo, e assim favorecer resultados estatísticos mais fidedignos. Contudo, os índices radiográficos propostos por Lajolo et al. (2013) categorizam os indivíduos em grupos A (8 a 13,9 anos), B (14 a 17,9 anos) e C (18 a 24,9 anos), ou seja, agregou diversas faixas de idade em um único grupo e para muitos indivíduos maiores de 21 anos de idade a maturação dentária e vertebral já havia finalizado. Além disso, segundo Liversidge et al. (2010), a estimativa da idade por intervalos de idade apresenta como fator complicador a análise dos indivíduos que estão próximos dos pontos de corte de um grupo para o outro, pois é comum que estes tenham suas idades superestimadas para o grupo etário adjacente.

Em casos de estimativas de idade em indivíduos vivos requeridas no âmbito civil ou penal, a vantagem da dúvida tem de ser dada a pessoa examinada de acordo com o postulado *in dubio pro reo*. Na maioria dos casos, esta vantagem deve ser atribuída ao resultado que indique idade mais jovem, pois é melhor inocentar um culpado que punir um inocente. Desse modo, na avaliação dos estágios de desenvolvimento de dentes ou estruturas ósseas, em caso de dúvida, deve-se adotar o estágio de menor desenvolvimento (Pinchi et al., 2016; Thevissen et al., 2012; Lajolo et al., 2013). Pruvost et al. (2010) sugerem que em caso de pedido judicial para a determinação da idade, não se deve considerar apenas a faixa etária estimada, mas também avaliar a compatibilidade da suposta idade alegada pelo indivíduo com a idade estimada.

A acurácia de cada método ao estimar a idade cronológica através dos estágios de desenvolvimento de características biológicas é limitada, pois é preciso considerar a variabilidade biológica e a variação das taxas de maturação entre

indivíduos de mesma idade. Os estágios de formação dos dentes e vértebras não ocorrem em um espaço de tempo igual durante o crescimento e não têm a mesma duração (Liversidge et al., 2010). Em vista de superar as limitações ao utilizar uma técnica de estimativa de idade, diversos autores (Olze et al., 2005b; Azrak et al., 2007; Chen et al., 2010; Cameriere et al. 2012; Lajolo et al., 2013; Shilpa et al., 2013; Valizadeh et al., 2012; Cossellu et al., 2014; Cameriere et al. 2015a, Cericato et al., 2016) propuseram a combinação de métodos variados. Segundo Gelbrich et al. (2015) e Liversidge (2015), se a aceleração ou o retardo do desenvolvimento biológico das diferentes estruturas do corpo humano não decorrem em perfeito acordo, a combinação de mais de uma técnica de estimativa de idade pode proporcionar resultados das idades estimadas com maior acurácia quando comparada à prática de um método isolado, em que a variância do erro tem a tendência de ser maior.

Ao aplicar as equações de Caldas et al. (2007a) e Chaillet e Demirjian (2004), observou-se que o erro médio das idades estimadas para o método de Chaillet e Demirjian (2004) foi igual a 1,3 anos, sendo este valor muito próximo ao erro médio obtido no estudo publicado pelos autores da técnica, no qual o erro foi igual a 1,2 anos para mais ou para menos, em uma amostra composta por indivíduos franceses de 2 a 18 anos de idade. Ao utilizar o mesmo método, porém adaptando a equação para indianos, Kumar e Gopal (2011) obtiveram um erro médio geral igual a 1,18 anos, sendo que ao estimar a idade do sexo feminino (7 a 16 anos) observou-se maior acurácia com um erro médio igual a 0,95 anos, para mais ou para menos.

O resultado referente à aplicação do método de Caldas et al. (2007a) foi um erro médio equivalente a 1,9 anos. No estudo de Mito et al. (2002), no qual foi elaborada equações de regressão para estimativa da idade de meninas japonesas, o erro médio foi menor, sendo igual a 1,17 anos. Caldas et al. (2007a) ao aplicar as equações de regressão observaram que a média das idades estimadas por meio do estudo das vértebras cervicais foi 10,77 anos (DP = 1,71) para os meninos e 10,57 anos (DP = 2,18) para as meninas. Sendo a média das idades reais: 10,57 anos (DP = 2,61) para o sexo masculino e 10,40 anos (DP = 2,57) para o sexo feminino, nesse trabalho não foi apresentado o erro médio da técnica.

No presente estudo, as equações que avaliaram características dentárias apresentaram um erro médio menor que as equações que analisaram apenas

medidas das vértebras cervicais. Quando propomos um novo modelo com a combinação dos dados referentes às vértebras e aos dentes, o erro foi atenuado e permitiu estimativas de idade com um erro médio igual 01 ano. Sendo assim, as novas equações apresentadas neste trabalho produziram idades estimadas com maior acurácia quando comparada as equações que utilizaram marcadores de idade individuais. Este resultado corrobora com Bassed et al. (2011), Cameriere et al. (2012) e Pinchi et al. (2016) quando afirmam que a aplicação de equação de regressão utilizando uma combinação de dados de diferentes estruturas anatômicas tem a capacidade de permitir a redução da faixa etária estimada por reduzir a variabilidade global.

Faz-se necessário destacar que as novas fórmulas elaboradas associando variáveis dentárias e esqueléticas foram ajustadas de acordo com a amostra estudada o que favorece os resultados. Por conseguinte, recomenda-se que em pesquisas futuras as equações apresentadas sejam aplicadas em uma nova amostra independente.

De acordo com Gelbrich et al. (2015), a chave para a combinação de duas técnicas de estimativa da idade ou mais é a análise da correlação entre os erros das idades estimadas. Quando dois métodos têm erros idênticos, eles fornecem estimativas idênticas e, por isso, a aplicação conjunta destes não é capaz de acrescentar nenhuma nova informação. Por outro lado, se os métodos são fracamente correlacionados, cada método irá contribuir substancialmente com o máximo de informação e a combinação de ambos irá melhorar os resultados da idade estimada.

Diferentes imagens radiográficas têm sido utilizadas para investigar o desenvolvimento dos dentes e ossos, visto que o exame radiográfico é um método simples, não destrutivo que gera imagens de estruturas clinicamente invisíveis (Azrak et al., 2007). As radiografias panorâmicas foram adotadas pela maioria dos autores (Timmins et al., 2012; Valizadeth et al., 2012; Cameriere et al., 2015b; Pinchi et al., 2016) para avaliar a maturação dos dentes, pois elas geralmente compõem a documentação odontológica e permitem a visualização de toda a região da maxila e mandíbula. Na avaliação da maturação óssea, a radiografia de mão e punho há muito tempo desempenha o papel de determinar o início do surto de crescimento. Com o advento de novas técnicas para estimar a idade cronológica, a telerradiografia lateral, rotineiramente solicitada para tratamentos ortodônticos,

passou a ser utilizada para avaliação dos estágios de maturação das vértebras cervicais, de modo que permitiu a avaliação da idade óssea sem a necessidade de radiação adicional para obter a imagem de mão e punho (Timmins et al., 2012). A dose de radiação necessária para a obtenção de uma telerradiografia de perfil varia entre 2 e 3 μSv , isto significa uma dose baixa de radiação, geralmente, inferior a radiação natural a qual estamos expostos em um único dia (Thevissen et al., 2012).

Ao lidar com um caso prático e real de necessidade de estimativa da idade, deve-se: considerar métodos validados e confiáveis, avaliar as estruturas adequadas para aquela pessoa em específico, verificar qual a melhor forma de expressar estatisticamente a idade estimada, informar a probabilidade de a idade estimada representar a idade real e os valores referentes ao erro da(s) técnica(s) adotada(s) (Martrille et al., 2007; Liversidge et al., 2015). Recomenda-se ainda que os peritos incorporem os resultados obtidos em estudo científicos em sua prática diária (Pruvost et al, 2010). Segundo Schmeling et al. (2006), estudos de referência de métodos de estimativa da idade devem mencionar informações sobre a etnia da população estudada, idade cronológica (média, mediana), idade dentária e óssea (média, mediana), diferença entre a idade cronológica e idade estimada (média e desvio padrão), reprodutibilidade intraobservador e interobservadores.

Este estudo representou a primeira investigação da aplicabilidade do método proposto por Lajolo et al. (2013) em brasileiros e com uma amostra expressiva, sendo que a simplicidade do método após um treinamento adequado confirma a possibilidade de sua utilização na prática forense. Contudo, sugere-se que o método seja utilizado para apoiar outras técnicas que apresentem um valor para idade estimada e não apenas classifique o indivíduo em um grupo etário abrangente. Desse modo, é possível aplicar as novas equações propostas neste estudo que associam dados das vértebras cervicais com informações do desenvolvimento dentário.

7 CONCLUSÕES

- O método proposto por Lajolo et al. (2013) por meio da associação de métodos com os índices radiográficos oro-cervicais foi de fácil execução após um treinamento adequado, reprodutível e com taxa de acerto das idades estimadas superior a 67,4% em jovens brasileiros.
- Os escores radiográficos oro-cervicais apresentaram uma relação moderada com a idade cronológica (EROCS: $R^2 = 0,64$; EROCSSTM: $R^2 = 0,62$).
- O método de Chaillet e Demirjian (2004), ao avaliar os oito dentes inferiores, apresentou uma acurácia superior (EM = 1,3 anos) ao método de Caldas et al. (2007a) para vértebras cervicais (EM = 1,9 anos).
- As equações para estimativa da idade propostas neste estudo com a associação de variáveis dentárias e medidas das vértebras cervicais apresentaram maior acurácia – erro médio igual a 1 ano – quando comparadas às equações que avaliaram estruturas dentárias e vértebras cervicais separadamente.

REFERÊNCIAS¹

Agência da Organização das Nações Unidas para Refugiados (ACNUR). Dados sobre refúgio no Brasil [citado em 11 Jun. 2016]. Disponível em: <http://www.acnur.org/portugues/recursos/estatisticas/dados-sobre-refugio-no-brasil/>.

Aguiar LB, Caldas Mde P, Haiter Neto F, Ambrosano GM. A methodology to measure cervical vertebral bone maturation in a sample from low-income children. *Braz Dent J*. 2013;24(1):30-4.

Alhadlaq AM e Al-Maflehi NS. New model for cervical vertebral bone age estimation in boys. *King Saud Univ Dent Sci*. 2013;4(1):1-5. doi: 10.1016/j.ksujds.2012.11.001.

Ambarkova V, Galić I, Vodanović M, Biočina-Lukenda D, Brkić H. Dental age estimation using Demirjian and Willems methods: cross sectional study on children from the Former Yugoslav Republic of Macedonia. *Forensic Sci Int*. 2014 Jan;234:187. e1-7. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.10.024.

Ardakani F, Bashardoust N, Sheikha M. The accuracy of dental panoramic radiography as an indicator of chronological age in Iranian individuals. *J Forensic Odontostomatol*. 2007 Dec;25(2):30-5.

Aynsley-Green A, Cole TJ, Crawley H, Lessof N, Boag LR, Wallace RM. Medical, statistical, ethical and human rights considerations in the assessment of age in children and young people subject to immigration control. *Br Med Bull*. 2012 Jun;102:17-42. doi: 10.1093/bmb/lds014.

Azrak B, Victor A, Willershausen B, Pistorius A, Hörr C, Gleissner C. Usefulness of combining clinical and radiological dental findings for a more accurate noninvasive age estimation. *J Forensic Sci*. 2007 Jan;52(1):146-50.

Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr. JA. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod*. 2005 Sep; 11(3):119–29.

¹ De acordo com Estilo Vancouver.

Başaran G, Ozer T, Hamamci N. Cervical vertebral and dental maturity in Turkish subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007 Apr;131(4):447.e13-20.

Bassed RB, Briggs C, Drummer OH. Age estimation using CT imaging of the third molar tooth, the medial clavicular epiphysis, and the spheno-occipital synchondrosis: a multifactorial approach. *Forensic Sci Int*. 2011 Oct 10;212(1-3):273. e1-5. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.06.007.

Caldas MP, Ambrosano GM, Haiter Neto F. Computer-assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in Brazilian subjects. *Braz Oral Res*. 2010 Jan-Mar;24(1):120-6.

Caldas MP, Ambrosano GM, Haiter Neto F. New formula to objectively evaluate skeletal maturation using lateral cephalometric radiographs. *Braz Oral Res*. 2007a Oct-Dec;21(4):330-5.

Caldas MP, Ambrosano GM, Haiter-Neto F. Use of cervical vertebral dimensions for assessment of children growth. *J Appl Oral Sci*. 2007b Apr;15(2):144-7.

Cameriere R, De Luca S, Cingolani M, Ferrante L. Measurements of developing teeth, and carpals and epiphyses of the ulna and radius for assessing new cut-offs at the age thresholds of 10, 11, 12, 13 and 14 years. *J Forensic Leg Med*. 2015a Aug;34:50-4. doi: 10.1016/j.jflm.2015.05.006.

Cameriere R, Giuliadori A, Zampi M, Galić I, Cingolani M, Pagliara F, Ferrante L. Age estimation in children and young adolescents for forensic purposes using fourth cervical vertebra (C4). *Int J Legal Med*. 2015b Mar;129(2):347-55. doi: 10.1007/s00414-014-1112-z.

Cameriere R, De Luca S, Biagi R, Cingolani M, Farronato G, Ferrante L. Accuracy of three age estimation methods in children by measurements of developing teeth and carpals and epiphyses of the ulna and radius. *J Forensic Sci*. 2012 Sep;57(5):1263-70. doi: 10.1111/j.1556-4029.2012.02120.x.

Cericato GO, Franco A, Bittencourt MA, Nunes MA, Paranhos LR. Correlating skeletal and dental developmental stages using radiographic parameters. *J Forensic Leg Med*. 2016 May 12;42:13-18. doi: 10.1016/j.jflm.2016.05.009.

Chaillet N, Demirjian A. Dental maturity in South France: A comparison between Demirjian's method and polynomial functions. *J Forensic Sci*. 2004 Sep;49(5):1059-66.

Chen J, Hu H, Guo J, Liu Z, Liu R, Li F, Zou S. Correlation between dental maturity and cervical vertebral maturity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Dec;110(6):777-83. doi: 10.1016/j.tripleo.2010.08.006.

Corral C, Garcia F, Garcia AJ, Leon P, Hererra A, Martinez C, et al. Chronological versus dental age in subjects from 5 to 19 years: a comparative study with forensic implications. *Colomb Med*. 2010;41(3):215-23.

Cossellu G, Biagi R, Pisani L, Barbieri V, Farronato G. Relationship between mandibular second molar calcification stages and cervical vertebrae maturity in Italian children and young adults. *Eur J Paediatr Dent*. 2014 Dec;15(4):355-9.

Cunha E, Baccino E, Martrille L, Ramsthaller F, Prieto J, Schuliar Y, et al. The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic Sci Int*. 2009 Dec 15;193(1-3):1-13. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.09.008.

De Salvia A, Calzetta C, Orrico M, De Leo D. Third mandibular molar radiological development as an indicator of chronological age in a European population. *Forensic Sci Int*. 2004 Dec 2;146 Suppl:S9-S12.

Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol*. 1973 May;45(2):211-27.

Demirjian A, Goldstein H. New systems for dental maturity based on seven and four teeth. *Ann Hum Biol*. 1976 Sep;3(5):411-21.

Eid RM, Simi R, Friggi MN, Fisberg M. Assessment of dental maturity of Brazilian children aged 6 to 14 years using Demirjian's method. *Int J Paediatr Dent*. 2002 Nov;12(6):423-8.

Foti B, Lalys L, Adalian P, Giustiniani J, Maczel M, Signoli M, et al. New forensic approach to age determination in children based on tooth eruption. *Forensic Sci Int*. 2003 Mar 12;132(1):49-56.

Franco A, Thevissen P, Fieuws S, Souza PH, Willems G. Applicability of Willems model for dental age estimations in Brazilian children. *Forensic Sci Int*. 2013 Sep 10;231(1-3):401. e1-4. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.05.030.

Garamendi PM, Landa MI, Ballesteros J, Solano MA. Reliability of the methods applied to assess age minority in living subjects around 18 years old. A survey on a Moroccan origin population. *Forensic Sci Int*. 2005 Nov 10;154(1):3-12.

Gelbrich B, Frerking C, Weiss S, Schwerdt S, Stellzig-Eisenhauer A, Tausche E, et al. Combining wrist age and third molars in forensic age estimation: how to calculate the joint age estimate and its error rate in age diagnostics. *Ann Hum Biol*. 2015;42(4):389-96. doi: 10.3109/03014460.2015.1046487.

Gleiser I, Hunt EE Jr. The permanent mandibular first molar: its calcification, eruption and decay. *Am J Phys Anthropol*. 1955 Jun;13(2):253-83.

Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995 Jan;107(1):58-66.

Hegde RJ, Sood PB. Dental maturity as an indicator of chronological age: radiographic evaluation of dental age in 6 to 13 years children of Belgaum using Demirjian methods. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2002 Dec;20(4):132-8.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatísticas do registro civil 2014. [citado em 10 Jun. 2016]. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/135/rc_2014_v41.pdf

Jayaraman J, King NM, Roberts GJ, Wong HM. Dental age assessment: are Demirjian's standards appropriate for southern Chinese children? *J Forensic Odontostomatol*. 2011 Dec 1;29(2):22-8.

Jayaraman J, Wong HM, King NM, Roberts GJ. The French-Canadian data set of Demirjian for dental age estimation: a systematic review and meta-analysis. *J Forensic Leg Med*. 2013 Jul;20(5):373-81. doi: 10.1016/j.jflm.2013.03.015.

Kanmani K, Liversidge H, Farella M, Herbison P, Kieser J. The usefulness of dental and cervical maturation stages in New Zealand children for Disaster Victim Identification. *Forensic Sci Med Pathol*. 2012 Jun;8(2):101-8. doi: 10.1007/s12024-011-9251-8.

Karataş OH, Öztürk F, Dedeoğlu N, Çolak C, Altun O. Radiographic evaluation of third-molar development in relation to the chronological age of Turkish children in the southwest Eastern Anatolia region. *Forensic Sci Int*. 2013 Oct 10;232(1-3):238. e1-5. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.07.023.

Karkhanis S, Mack P, Franklin D. Dental age estimation standards for a Western Australian population. *Forensic Sci Int*. 2015 Dec;257:509. e1-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2015.06.021.

Kasper KA, Austin D, Kvanli AH, Rios TR, Senn DR. Reliability of third molar development for age estimation in a Texas Hispanic population: a comparison study. *J Forensic Sci*. 2009 May;54(3):651-7. doi: 10.1111/j.1556-4029.2009.01031.x.

Khorate MM, Dinkar AD, Ahmed J. Accuracy of age estimation methods from orthopantomograph in forensic odontology: a comparative study. *Forensic Sci Int*. 2014 Jan;234:184. e1-8. doi: 10.1016/j.forsciint.2013.09.020.

Kiran CS, Reddy RS, Ramesh T, Madhavi NS, Ramya K. Radiographic evaluation of dental age using Demirjian's eight-teeth method and its comparison with Indian formulas in South Indian population. *J Forensic Dent Sci*. 2015 Jan-Apr;7(1):44-8. doi: 10.4103/0975-1475.150306.

Kumar VJ, Gopal KS. Reliability of age estimation using Demirjian's 8 teeth method and India specific formula. *J Forensic Dent Sci*. 2011 Jan;3(1):19-22. doi: 10.4103/0975-1475.85289.

Lajolo C, Giuliani M, Cordaro M, Marigo L, Marcelli A, Fiorillo F, et al. Two new oro-cervical radiographic indexes for chronological age estimation: a pilot study on an Italian population. *J Forensic Leg Med*. 2013 Oct;20(7):861-6. doi: 10.1016/j.jflm.2013.06.021.

Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae [thesis]. Pensilvânia: Universidade de Pittsburgh; 1972.

Langley NR. The lateral clavicular epiphysis: fusion timing and age estimation. *Int J Legal Med*. 2016 Mar;130(2):511-7. doi: 10.1007/s00414-015-1236-9.

Lee SS, Kim D, Lee S, Lee UY, Seo JS, Ahn YW, et al. Validity of Demirjian's and modified Demirjian's methods in age estimation for Korean juveniles and adolescents. *Forensic Sci Int*. 2011 Sep 10;211(1-3):41-6. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.04.011.

Liversidge HM. Controversies in age estimation from developing teeth. *Ann Hum Biol*. 2015;42(4):397-406. doi: 10.3109/03014460.2015.1044468.

Liversidge HM. Interpreting group differences using Demirjian's dental maturity method. *Forensic Sci Int.* 2010 Sep 10;201(1-3):95-101. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.02.032.

Liversidge HM, Buckberry J, Marquez-Grant N. Age estimation. *Ann Hum Biol.* 2015;42(4):299-301. doi: 10.3109/03014460.2015.1089627

Liversidge HM, Smith BH, Maber M. Bias and accuracy of age estimation using developing teeth in 946 children. *Am J Phys Anthropol.* 2010 Dec;143(4):545-54. doi: 10.1002/ajpa.21349.

Lopez TT, Arruda CP, Rocha M, Rosin AS, Michel-Crosato E, Biazevic MG. Estimating ages by third molars: stages of development in Brazilian young adults. *J Forensic Leg Med.* 2013 Jul;20(5):412-8. doi: 10.1016/j.jflm.2012.12.001.

Maber M, Liversidge HM, Hector MP. Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int.* 2006 May 15;159 Suppl 1:S68-73.

Maia MC, Martins M da G, Germano FA, Brandão Neto J, da Silva CA. Demirjian's system for estimating the dental age of northeastern Brazilian children. *Forensic Sci Int.* 2010 Jul 15;200(1-3):177. e1-4. doi: 10.1016/j.forsciint.2010.03.030.

Martrille L, Ubelaker DH, Cattaneo C, Seguret F, Tremblay M, Baccino E. Comparison of four skeletal methods for the estimation of age at death on white and black adults. *J Forensic Sci.* 2007 Mar;52(2):302-7.

Medina AC, Blanco L. Accuracy of dental age estimation in Venezuelan children: comparison of Demirjian and Willems methods. *Acta Odontol Latinoam.* 2014;27(1):34-41.

Meinl A, Huber CD, Tangl S, Gruber GM, Teschler-Nicola M, Watzek G. Comparison of the validity of three dental methods for the estimation of age at death. *Forensic Sci Int.* 2008 Jul 4;178(2-3):96-105. doi: 10.1016/j.forsciint.2008.02.008.

Miles AEW. Dentition in the estimation of age. *J Dent Res.* 1963;42 Suppl 1:255-63.

Mincer HH, Harris EF, Berryman HE. The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forensic Sci.* 1993 Mar;38(2):379-90.

Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002 Oct;122(4):380-5.

Mohammed RB, Koganti R, Kalyan SV, Tircouveluri S, Singh JR, Srinivasulu E. Digital radiographic evaluation of mandibular third molar for age estimation in young adults and adolescents of South Indian population using modified Demirjian's method. *J Forensic Dent Sci.* 2014 Sep;6(3):191-6. doi: 10.4103/0975-1475.137068.

Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE Jr. Age variation of formation stages for ten Permanent teeth. *J Dent Res.* 1963 Nov-Dec;42:1490-502.

Noble HW. The estimation of age from the dentition. *J Forensic Sci Soc.* 1974 Jul;14(3):215-21.

Olze A, Bilang D, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A. Validation of common classification systems for assessing the mineralization of third molars. *Int J Legal Med.* 2005a Jan;119(1):22-6.

Olze A, Mahlow A, Schmidt S, Wernecke KD, Geserick G, Schmeling A. Combined determination of selected radiological and morphological variables relevant for dental age estimation of young adults. *Homo.* 2005b;56(2):133-40.

Orhan K, Ozer L, Orhan AI, Dogan S, Paksoy CS. Radiographic evaluation of third molar development in relation to chronological age among Turkish children and youth. *Forensic Sci Int.* 2007 Jan 5;165(1):46-51.

Panchbhai AS. Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofac Radiol.* 2011 May;40(4):199-212. doi: 10.1259/dmfr/19478385.

Patcas R, Signorelli L, Peltomäki T, Schätzle M. Is the use of the cervical vertebrae maturation method justified to determine skeletal age? A comparison of radiation dose of two strategies for skeletal age estimation. *Eur J Orthod.* 2013 Oct;35(5):604-9. doi: 10.1093/ejo/cjs043.

Patel PS, Chaudhary AR, Dudhia BB, Bhatia PV, Soni NC, Jani YV. Accuracy of two dental and one skeletal age estimation methods in 6-16 year old Gujarati children. *J Forensic Dent Sci.* 2015 Jan-Apr;7(1):18-27. doi: 10.4103/0975-1475.150298.

Pinchi V, De Luca F, Focardi M, Pradella F, Vitale G, Ricciardi F, et al. Combining dental and skeletal evidence in age classification: Pilot study in a sample of Italian sub-adults. *Leg Med (Tokyo)*. 2016 May;20:75-9. doi: 10.1016/j.legalmed.2016.04.009.

Prince DA, Konigsberg LW. New formulae for estimating age-at-death in the Balkans utilizing Lamendin's dental technique and Bayesian analysis. *J Forensic Sci*. 2008 May;53(3):578-87. doi: 10.1111/j.1556-4029.2008.00713.x.

Pruvost MO, Boraud C, Chariot P. Skeletal age determination in adolescents involved in judicial procedures: from evidence-based principles to medical practice. *J Med Ethics*. 2010 Feb;36(2):71-4. doi: 10.1136/jme.2009.031948.

Rai V, Saha S, Yadav G, Tripathi AM, Grover K. Dental and skeletal maturity- a biological indicator of chronologic age. *J Clin Diagn Res*. 2014 Sep;8(9):ZC60-4. doi: 10.7860/JCDR/2014/10079.4862

Rhee CH, Shin SM, Choi YS, Yamaguchi T, Maki K, Kim YI, et al. Application of statistical shape analysis for the estimation of bone and forensic age using the shapes of the 2nd, 3rd, and 4th cervical vertebrae in a young Japanese population. *Forensic Sci Int*. 2015 Dec;257:513. e1-9. doi: 10.1016/j.forsciint.2015.08.018.

Ritz-Timme S, Cattaneo C, Collins MJ, Waite ER, Schütz HW, Kaatsch HJ, et al. Age estimation: the state of the art in relation to the specific demands of forensic practise. *Int J Legal Med*. 2000;113(3):129-36.

Roberts GJ, McDonald F, Andiappan M, Lucas VS. Dental Age Estimation (DAE): Data management for tooth development stages including the third molar. Appropriate censoring of Stage H, the final stage of tooth development. *J Forensic Leg Med*. 2015 Nov;36:177-84. doi: 10.1016/j.jflm.2015.08.013.

Roberts GJ, Parekh S, Petrie A, Lucas VS. Dental age assessment (DAA): a simple method for children and emerging adults. *Br Dent J*. 2008 Feb 23;204(4):E7; discussion 192-3. doi: 10.1038/bdj.2008.21.

Różyło-Kalinowska I, Kolasa--Rączka A, Kalinowski P. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in Polish children. *Eur J Orthod*. 2011 Feb;33(1):75-83. doi: 10.1093/ejo/cjq031.

San Román P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *Eur J Orthod*. 2002 Jun;24(3):303-11.

Santoro V, De Donno A, Marrone M, Campobasso CP, Introna F. Forensic age estimation of living individuals: a retrospective analysis. *Forensic Sci Int.* 2009 Dec 15;193(1-3):129. e1-4. doi: 10.1016/j.forsciint.2009.09.014.

Sarkar S, Kailasam S, Mahesh Kumar P. Accuracy of estimation of dental age in comparison with chronological age in Indian population--a comparative analysis of two formulas. *J Forensic Leg Med.* 2013 May;20(4):230-3. doi: 10.1016/j.jflm.2012.09.007.

Saunders E. The teeth a test of age, considered with reference to the factory children, addressed to the members of both houses of parliament. Renshaw, London; 1837.

Schmeling A, Reisinger W, Geserick G, Olze A. Age estimation of unaccompanied minors. Part I. General considerations. *Forensic Sci Int.* 2006 May 15;159 Suppl 1:S61-4.

Schour I, Massler M; Development of human dentition. *J Am Dent Assoc.* 1941; 20: 379-427.

Serinelli S, Panetta V, Pasqualetti P, Marchetti D. Accuracy of three age determination X-ray methods on the left hand-wrist: a systematic review and meta-analysis. *Leg Med (Tokyo).* 2011 May;13(3):120-33. doi: 10.1016/j.legalmed.2011.01.004.

Shilpa PH, Sunil RS, Sapna K, Kumar NC. Estimation and comparison of dental, skeletal and chronologic age in Bangalore south school going children. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2013 Apr-Jun;31(2):63-8. doi: 10.4103/0970-4388.115696.

Silva RD, Silva MAD, Uezono AY, Queiroz SBBS, Oliveira RN. Estimating age of Brazilians using the methods of Demirjian and Nicodemo, Moraes and Médici: A comparative analysis. *Forensic Med Anat Res.* 2013;1(3):57-62.

Soares CB, Figueiroa JN, Dantas RM, Kurita LM, Pontual Ados A, Ramos-Perez FM, Perez DE, Pontual ML. Evaluation of third molar development in the estimation of chronological age. *Forensic Sci Int.* 2015 Sep;254:13-7. doi: 10.1016/j.forsciint.2015.06.022.

Soegiharto BM, Cunningham SJ, Moles DR. Skeletal maturation in Indonesian and white children assessed with hand-wrist and cervical vertebrae methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008 Aug;134(2):217-26. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.07.037.

Thevissen PW, Kaur J, Willems G. Human age estimation combining third molar and skeletal development. *Int J Legal Med*. 2012 Mar;126(2):285-92. doi: 10.1007/s00414-011-0639-5.

Timmins K, Liversidge H, Farella M, Herbison P, Kieser J. The usefulness of dental and cervical maturation stages in New Zealand children for Disaster Victim Identification. *Forensic Sci Med Pathol*. 2012 Jun;8(2):101-8. doi: 10.1007/s12024-011-9251-8.

Tomás LF, Mónico LS, Tomás I, Varela-Patiño P, Martin-Biedma B. The accuracy of estimating chronological age from Demirjian and Nolla methods in a Portuguese and Spanish sample. *BMC Oral Health*. 2014 Dec 23;14:160. doi: 10.1186/1472-6831-14-160.

Tunc ES, Koyuturk AE. Dental age assessment using Demirjian's method on northern Turkish children. *Forensic Sci Int*. 2008 Feb 25;175(1):23-6.

Valizadeh S, Eil N, Ehsani S, Bakhshandeh H. Correlation between dental and cervical vertebral maturation in Iranian females. *Iran J Radiol*. 2012 Dec;10(1):1-7. doi: 10.5812/iranjradiol.9993.

Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci*. 2001 Jul;46(4):893-5.

Wittschieber D, Ottow C, Vieth V, Küppers M, Schulz R, Hassu J, Bajanowski T, Püschel K, Ramsthaler F, Pfeiffer H, Schmidt S, Schmeling A. Projection radiography of the clavicle: still recommendable for forensic age diagnostics in living individuals? *Int J Legal Med*. 2015 Jan;129(1):187-93. doi: 10.1007/s00414-014-1067-0.

Yan J, Lou X, Xie L, Yu D, Shen G, Wang Y. Assessment of dental age of children aged 3.5 to 16.9 years using Demirjian's method: a meta-analysis based on 26 studies. *PLoS One*. 2013 Dec 18;8(12):e84672. doi: 10.1371/journal.pone.0084672.

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estimativa da idade por meio da avaliação do desenvolvimento dentário e esquelético em jovens brasileiros

Pesquisador: Maria Gabriela Haye Biazevic

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 32509214.3.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 754.502

Data da Relatoria: 25/06/2014

Apresentação do Projeto:

A estimativa da idade em indivíduos vivos representa um desafio com significativa importância nos âmbitos civil e penal. Desse modo, faz-se necessário o uso de métodos não invasivos e com um nível elevado de acurácia. A literatura mundial tem sugerido uma abordagem multifatorial para o processo de estimativa da idade, ou seja, a avaliação do desenvolvimento de mais de um local anatômico. Nesse sentido, o objetivo do estudo é

determinar a correlação entre a idade biológica e a idade cronológica por meio de índices radiográficos derivados da associação de métodos de estimativa de idade dentária e esquelética. A amostra será composta por 360 radiografias panorâmicas e 360 telerradiografias pertencentes a 360 indivíduos com idades entre 14 e 25 anos, distribuídos por sexo (feminino e masculino) e grupo etário (14 a 17 anos do sexo feminino, 14 a 17 anos do sexo masculino; 18 a 21 anos do sexo feminino, 18 a 21 anos do sexo masculino; 22 a 25 anos do sexo feminino, 22 a 25 anos do sexo masculino). Serão aplicados o método de Demirjian para estimativa da idade de sete dentes mandibulares (Demirjian et al., 1976), o método de estimativa da idade por meio da maturação das Vértébras Cervicais (Baccetti et al., 2005) e o método de Demirjian para estimativa da idade de terceiros molares (Demirjian et al., 1973). Em seguida, serão utilizados os índices radiográficos apresentados no estudo de Lajolo et al. (2013). Com

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

UF: SP

Município: SAO PAULO

CEP: 05.508-900

Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

base nestes índices, a amostra será dividida em grupos (A, B e C) que deverão ser representativos do aumento da idade cronológica. Os dados serão digitados e trabalhados no programa STATA 13.0. Por meio do desenvolvimento desta pesquisa, almeja-se elevar o nível de acurácia entre a idade estimada e a idade real nos casos de estimativa de idade no vivo.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Determinar a correlação entre a idade biológica e a idade cronológica por meio de índices radiográficos derivados da associação de métodos de estimativa de idade dentária e esquelética.

Objetivo Secundário:

Identificar entre os métodos de estimativa de idade aplicados o de maior precisão e acurácia. Verificar se a associação de métodos originou estimativas de idade com maior acurácia.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos são mínimos, as radiografias panorâmicas e telerradiografias foram realizadas por razões de diagnóstico. A equipe de pesquisa terá acesso ao acervo, sem riscos adicionais aos pacientes.

Benefícios:

Não haverá nenhum benefício direto ao paciente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa analisará 360 radiografias panorâmicas e telerradiografias previamente realizadas para diagnóstico ortodôntico.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos foram apresentados: Folha de rosto, projeto e autorização da clínica.

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOUSP relatórios parciais semestrais referentes ao andamento da pesquisa e relatório final ao término do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

UF: SP

Município: SAO PAULO

CEP: 05.508-900

Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814

E-mail: cepfo@usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO PAULO, 18 de Agosto de 2014

Assinado por:
Décio dos Santos Pinto Junior
(Coordenador)

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227

Bairro: Cidade Universitária

UF: SP

Município:SAO PAULO

Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814

CEP: 05.508-900

E-mail: cepfo@usp.br